

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-174943

(43)Date of publication of application : 21.06.2002

(51)Int.Cl.

G03G 15/02

(21)Application number : 2001-056255

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 01.03.2001

(72)Inventor : KONDO HIROSHI
SATO TATSUYA
SUGAWARA TOMOAKI
TANAKA MASAHARU
KOSHIDA NOBUYOSHI

(30)Priority

Priority number : 2000076511
2000299923Priority date : 17.03.2000
29.09.2000

Priority country : JP

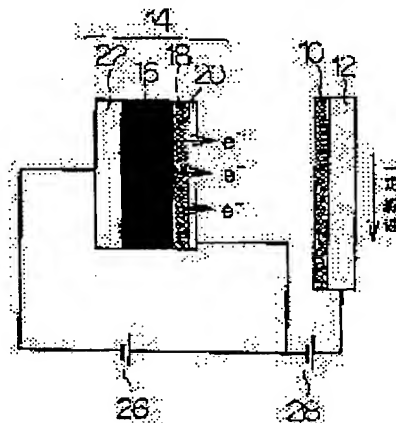
JP

(54) CHARGING DEVICE AND ELECTROPHOTOGRAPHIC APPARATUS USING THE CHARGING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a charging device which has high charging performance to an object to be charged having a photoconductive property and reduces the quantity of a discharged product such as NO_x and an electrophotographic apparatus using the charging device.

SOLUTION: An electron discharge element 14 arranged oppositely to the object 10 to be charged has a semiconductor layer 16 having an energy band gap of ≥ 3.60 eV or ≤ 1.30 eV, a thin film insulation layer 18, a thin film electrode 20 formed on the surface side of the layer 18, and a substrate electrode 22 formed on the rear side of the layer 16. In the case of applying plus voltage to the electrode 20 by a DC power supply 26, accelerating electrons injected from the electrode 22 into the layer 16 on the layer 18 having high field strength and directing the accelerated electrons to the object 10 through the electrode 20 acting as a tunnel, bias voltage from a bias power supply 28 is adjusted so that the kinetic energy of electrons becomes < 24.3 eV.



- 10 被充電体
- 12 電極
- 14 電子放出素子
- 16 半導体層
- 18 絶縁膜層
- 20 薄膜電極
- 22 基質電極
- 26 直流電源
- 28 バイアス電源
- 29 電子

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-174943
(P2002-174943A)

(43) 公開日 平成14年6月21日(2002.6.21)

(51) Int. Cl.⁷
G 0 3 G 15/02

識別記号

1 0 1

F I
G 0 3 G 15/02

データベース(参考)

2 H 2 0 0

1 0 1

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2001-56255(P2001-56255)

(22) 出願日 平成13年3月1日(2001.3.1)

(31) 優先権主張番号 特願2000-76511(P2000-76511)

(32) 優先日 平成12年3月17日(2000.3.17)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(31) 優先権主張番号 特願2000-299923(P2000-299923)

(32) 優先日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(33) 優先権主張国 日本(J P)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 近藤 浩

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 佐藤 達哉

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 菅原 智明

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

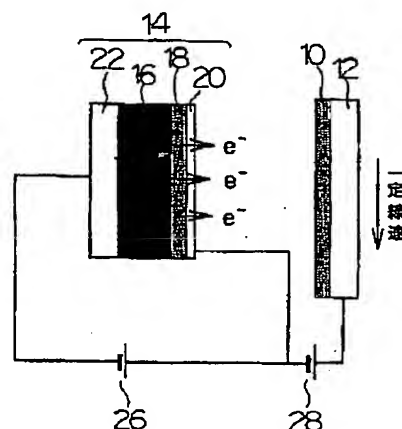
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 帯電装置及びそれを用いた電子写真装置

(57) 【要約】

【課題】 光導電性を有する被帯電物に対して、良好な帯電能と共に、 NO_x 等の放電生成物の低減を実現することが可能な帯電装置及びそれを用いた電子写真装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 被帯電物10に対向して設置されている電子放出素子14は、 3.60 eV 以上かつ 1.30 eV 以下のエネルギーバンドギャップの半導体層16及び薄膜絶縁層18と、薄膜絶縁層18表面側に形成された薄膜電極20と、半導体層16裏面側に形成された基板電極22とを有している。そして、直流電源26により薄膜電極20にプラスの電圧を印加し、基板電極22から半導体層16に注入された電子を高電界強度の薄膜絶縁層18において加速し、薄膜電極20をトンネルして被帯電物10に向かわせる際に、バイアス電源28によるバイアス電圧を調整して、電子の運動エネルギーが $2.4.3\text{ eV}$ 未満になるようにする。



10 被帯電物
12 電極
14 電子放出素子
16 半導体材料層
18 薄膜絶縁層
20 薄膜電極
22 基板電極
26 直流電源
28 バイアス電源
e⁻ 電子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子放出素子から放出される電子によって光導電性を有している被帯電体を帯電させる帯電装置であって、前記被帯電体の光感度領域の光が前記電子放出素子から発光されて前記被帯電体を照射することが規制されていることを特徴とする帯電装置。

【請求項 2】 電子放出素子から放出される電子によって被帯電体を帯電させる帯電装置であって、前記電子放出素子から前記被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満であることを特徴とする帯電装置。

【請求項 3】 電子放出素子から放出される電子によって被帯電体を帯電させる帯電装置であって、前記電子放出素子の電子放出側に 3 次元的な微細加工が施されていることを特徴とする帯電装置。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の帯電装置において、前記電子放出素子の電子放出側に施されている 3 次元的な微細加工部が、電子放出面に規則的に配置されていることを特徴とする帯電装置。

【請求項 5】 電子放出素子から放出される電子によって光導電性を有している被帯電体を帯電させる帯電装置であって、前記被帯電体の光感度領域の光が前記電子放出素子から発光されて前記被帯電体を照射することが規制されており、前記電子放出素子から前記被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満であることを特徴とする帯電装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の帯電装置において、前記電子放出素子に、3.60 eV 以上又は 1.30 eV 以下のエネルギーバンドギャップを有する半導体を用いられていることを特徴とする帯電装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の帯電装置において、前記電子放出素子から電子を放出するために前記電子放出素子に印加される電圧が、交流電圧又はパルス電圧であることを特徴とする帯電装置。

【請求項 8】 請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の帯電装置において、前記電子放出素子と前記被帯電体との間に、グリッドが設けられていることを特徴とする帯電装置。

【請求項 9】 負帯電用の帯電装置を用いる電子写真プロセスによって被記録体上に画像形成を電子写真装置であって、前記帯電装置として、電子がトンネル可能な薄膜電極、電子放出に寄与する絶縁体層、及び半導体層の積層構造からなる電子放出素子を用い、前記電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネ

ルギーが 24.3 eV 未満であることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 10】 負帯電用の帯電装置を用いる電子写真プロセスによって被記録体上に画像形成を電子写真装置であって、

前記帯電装置として、電子がトンネル可能な薄膜電極、電子放出に寄与する絶縁体層、及び電極の積層構造からなる電子放出素子を用い、

前記電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満であることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 11】 請求項 9 又は 10 に記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の電子放出面側に 3 次元的な微細加工が施されていることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 12】 請求項 9 又は 10 に記載の電子写真装置において、

前記被帯電体の光感度領域の光が前記電子放出素子から発光されて前記被帯電体を照射することが規制されていることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 13】 請求項 9 乃至 12 のいずれかに記載の電子写真装置において、

前記被帯電体がゼロ電位に接地されている導電性支持体上に形成されており、前記導電性支持体と前記電子放出素子の前記薄膜電極との間に、前記被帯電体の帯電電位に相当するバイアス電圧が印加されていることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 14】 請求項 9 乃至 13 のいずれかに記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の前記薄膜電極が、前記絶縁体層の全面を覆っていることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 15】 請求項 9 に記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の前記半導体層の材料として、C 及び Si の単体、並びに C、Si 及び Ge の化合物のいずれかが使用されていることを特徴とする電子写真装置

【請求項 16】 請求項 9 乃至 15 のいずれかに記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の前記薄膜電極の材料として、Au、Pt、Ir、Rh 及び Ru の単体、前記単体の合金、並びに前記単体及び前記合金の酸化物のいずれかが使用されていることを特徴とする電子写真装置

【請求項 17】 請求項 9 乃至 16 のいずれかに記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の前記薄膜電極の膜厚が、20 nm 以上 40 nm 以下であることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 18】 請求項 9 乃至 17 のいずれかに記載の電子写真装置において、

前記電子放出素子の駆動電圧が、交流電圧又はパルス電圧であることを特徴とする電子写真装置。

【請求項 19】 請求項 9 乃至 18 のいずれかに記載の電子写真装置において、前記被帯電体への帯電が、前記電子放出素子と前記被帯電体とが非接触の状態で行われることを特徴とする電子写真装置。

・【請求項 20】 請求項 9 乃至 19 のいずれかに記載の電子写真装置において、前記電子放出素子が、導電性支持体上に形成されていることを特徴とする電子写真装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、帯電装置及びそれを用いた電子写真装置に係り、広く電子写真装置や複写機やプリンタ等に利用される帯電装置及びそれを用いた電子写真装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】電子写真装置や複写機やプリンタ等には、従来から種々の帯電装置が使用されている。そして、例えば電子写真装置における被帯電体に対して負帯電を行う際に、一般的な負帯電用の帯電装置であるコロナワイヤ、帯電ローラを用いた場合には、放出電子のエネルギーは 30 数 eV 以上であるため、電子衝突により気体分子が解離することにより、多量のオゾンや、NO_xが発生する。

【0003】電子写真装置におけるオゾンの発生は、以下のような不具合を生じさせる。

① プリンタなど、オフィス内において個人の机の近くに設置される可能性のあるものに対しては、その臭気が不快感を生じさせる。

② 有機感光体を用いてある場合は、その有機材料の酸化反応が進行し、画像不良を生じさせる。
なお、ここで発生した NO_x は、硝酸塩となって電子写真装置の感光体上に降り積もり、空気中の水分を吸うことによって感光体の帯電電位の低下を引き起こす原因とされている。この帯電電位の低下は電子写真によって形成された画像の品質を低下させる原因となりうるものである。

【0004】以下、従来の帯電装置及びそれを用いた電子写真装置等を紹介しつつ、併せてその欠点について述べることにする。例えばコロナ帯電装置は、従来から最も多く利用されている帯電方式の帯電機器である。しかし、非常に多くのオゾンや NO_x を発生するという欠点がある。また、帯電を行うためには数 kV という高圧電源が必要であり、電源装置のコストアップという問題を有している。そして、オゾンの低減に関しては、下記のようなオゾン閉じ込め、オゾン吸着、ローラ帯電装置の適用等、様々な手法が開示されているが、NO_x の低減に関しては、決定的な方法が確立されていないのが現状である。

【0005】即ち、特開平 9-114192 号公報に

は、非常に細い 40~50 ミクロンのワイヤを用いて放電を行うことにより、オゾンの発生量を 50% 以下に低減することが提案されている。また、特開平 6-324556 号公報には、ワイヤの 3 方を囲むように配置された金属筐体と解放部近傍に金属メッシュ電極を配置し、ワイヤから発生したオゾンを閉じこめ、オゾン分子の衝突確率を高めることにより、放出されるオゾン量を低減することが提案されている。しかし、これらの手段を用いても、せいぜい 50% 程度のオゾン量の低減しか実現することができず オゾン吸着剤等を併用することが必要であった。

【0006】そして、このオゾン吸着剤等の併用は、オゾン吸着剤を用いて、発生したオゾンを活性炭などの触媒機能により酸化したり、その表面に吸着させたりすることにより、オゾンの発生量を更に低減するものである。しかし、このオゾン吸着剤等を用いる方法は、オゾン吸着剤等に経時劣化が生じるため、オゾンフィルタを交換したりするメンテナンスが必要になるという欠点を有している。

【0007】また、ローラ帯電装置は、古くは特開昭 56-91253 号公報に提案され、近年においても、盛んに検討されている帯電方式の帯電機器である。このローラ帯電装置は、オゾンの発生を非常に少なくできるという利点を有し、有望視されている。しかし、このローラ帯電装置は接触帯電方式であるため、ローラ表面のトナー汚染発生し易く、感光体の感光層が絶縁破壊されてピンホールが発生し易いという欠点がある。また、帯電ローラ跡（可塑剤）や、ローラの永久変形等が生じ易いという欠点もある。

【0008】また、ブラシ帯電装置は、特公昭 55-29837 号公報などに提案がある。しかし、このブラシ帯電装置は、筋状帯電むらの発生や、環境変動に伴う低温ストリーマ放電や白斑点の発生や、感光体の磨耗や、磨耗感光体の蓄積や、ブラシの抜けの発生や、感光体傷に対する異常放電に起因するブラシの溶融などの多くの欠点がある。

【0009】最後に紹介する固体帯電装置は、古くは特開昭 54-53537 号公報に提案があり、また、特開平 5-94077 号公報、特開平 6-75457 号公報、特開平 9-244350 号公報、特開平 9-115646 号公報、特開平 8-203418 号公報などにおいても提案されている。例えば特開平 5-94077 号公報には、絶縁部材上に放電電極を微小間隔を介して多数併設する装置が提案されている。また、特開平 6-75457 号公報には、帯電装置と被記録体との間隔を 500~3000 μm に設定することにより、イオンの飛距離を短くしてオゾンの拡散を抑制すると共に、トナーなどの付着を防止することが提案されている。また、特開平 9-244350 号公報には、板状基板上の放電電極とその外周に配設する延面グロー放電手段と帯電装置

全体を覆うカバーを備えた放電装置が提案されている。また、特開平 9-115646 号公報には、平面型固体放電装置の電極材料に特定の仕事関数の材料を用いることにより、NO_xを低減することが提案されている。しかし、上記の提案に係る固体帯電装置は、装置を小型化できるなどの利点はあるものの、放電面積が広く、期待するほどオゾンや NO_xなどの有害物質の低減を実現するには至っていないのが現実である。

【0010】また、特開平 8-203418 号公報には、ライン電極表面に P-N 接合を有する半導体層又はエレクトロルミネッセンス材料よりなる電子放出素子層を設けた電荷発生器、及びこの電荷発生器を一画素単位で独立に駆動させて誘電体上に潜像を形成する静電潜像形成装置が提案されている。しかし、一画素単位で駆動させるために電荷発生素子の作製が困難であることや、駆動回路が必要になるなど装置の構成全体が煩雑になるという欠点を有している。また、光導電性を有する被帯電体全体に帯電させた後、光書き込みで静電潜像を形成する電子写真装置の場合、電荷発生器から被帯電体の感度領域の光が発光されることを規制しなければ、仮に優れた帯電能を有した帯電装置であったとしても、電荷発生器からの発光によって被帯電体の電位が減衰してしまい、帯電装置としては使用不可能になるという欠点も有している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記のように従来の帯電装置及びそれを用いた電子写真装置においては、NO^{*}

$$\alpha = V_B / V_A$$

但し、V_A : 表面電位計 A により測定した被帯電体の表面電位

V_B : 表面電位計 B により測定した被帯電体の表面電位

【0016】また、図 17 (b) に示されるように、請求項 1 に係る帯電装置 64 を設置して、この帯電装置 64 と被帯電体 60 との間に、帯電装置 64 の電子放出素子から放出される電子又は荷電粒子を完全に遮断する一方、帯電装置 64 の電子放出素子から発光される被帯電体 60 の光感度領域の波長光の通過は妨げないという性※

$$\beta = (\alpha \cdot V_A) / V_B$$

但し、α : 暗減衰率

V_A : 表面電位計 A により測定した被帯電体の電位

V_B : 表面電位計 B により測定した被帯電体の電位

【0019】そして、このようにして求めた光減衰率 β が 1.1 以下の場合を、被帯電体の光感度領域の光が帯電装置の電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていると定義する。

【0020】このため、ここには、帯電装置の電子放出素子が被帯電体の光感度領域の光を発光しない場合の他に、帯電装置の電子放出素子が被帯電体の光感度領域の光を発光しても、その光強度が被帯電体の帯電を妨げな

* x の低減に関して決定的な方策が見出されていないため、この NO_x を低減し、良好な画像品質を安定して得ることが課題となっている。

【0012】そこで本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、光導電性を有する被帯電体に対して、良好な帯電能と共に NO_x 等の放電生成物の低減を実現することが可能な帯電装置及びそれを用いた電子写真装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題は、以下の本発明に係る帯電装置及びそれを用いた電子写真装置により達成される。即ち、請求項 1 に係る帯電装置は、電子放出素子から放出される電子によって光導電性を有している被帯電体を帯電させる帯電装置であって、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることを特徴とする。

【0014】なおここで、「被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されている」とは、以下のように定義される。即ち、図 17 (a) に示されるように、被帯電体 60 の回転方向に沿って表面電位計 A を設置し、更にその下流側に表面電位計 B を設置する。そして、例えばコロナワイヤ帯電装置 62 によって帯電された被帯電体 60 の表面電位を表面電位計 A と表面電位計 B を用いて測定した場合、暗減衰率 α は、次の (1) 式で表される。

【0015】

(1)

※質を有している遮蔽板 66 を配置する。

【0017】こうして、コロナワイヤ帯電装置 62 によって帯電された被帯電体 60 の電位を表面電位計 A を用いて測定し、更に帯電装置 64 の電子放出素子から発光される被帯電体 60 の光感度領域の波長光が被帯電体 60 を照射した後の被帯電体 60 の電位を表面電位計 B を用いて測定した場合、光減衰率 β は、次の (2) 式で表される。

【0018】

(2)

40 い程度の弱い強度である場合や、帯電装置の電子放出素子からの発光方向が被帯電体から逸れて、被帯電体を照射しない場合なども含まれるものとする。

【0021】このように請求項 1 に係る帯電装置においては、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることにより、光導電性を有する被帯電体に対して、この被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することが防止されるため、所望の帯電電位が得られ、良好な帯電能が実現される。

50 【0022】また、請求項 2 に係る帯電装置は、電子放

出素子から放出される電子によって被帯電体を帯電させる帯電装置であって、電子放出素子から被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることを特徴とする。

【0023】このように請求項2に係る帯電装置においては、電子放出素子から被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることにより、基底状態の窒素分子を電子衝突によって解離させるエネルギーよりも小さいことから、NO_xを初め様々な放電生成物の発生が抑制される。なお、この電子放出素子から被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーは、基底状態の酸素分子を電子衝突によって解離させるエネルギーである8 eV程度又はそれ以下であることが更に望ましい。

【0024】また、請求項3に係る帯電装置は、電子放出素子から放出される電子によって被帯電体を帯電させる帯電装置であって、電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されていることを特徴とする。

【0025】なおここで、「電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されている」とは、以下のように定義される。即ち、図18に示されるように、電子放出素子は、例えば半導体を用いる場合には、半導体材料層16、薄膜絶縁体層18、及び薄膜電極20が順に積層された所謂MIS (Metal Insulator Semiconductor) ダイオード構造をなしており、その半導体材料層16と薄膜電極20の間には、駆動用の直流駆動電源26が設けられている。

【0026】そして、この直流駆動電源26によって半導体材料層16と薄膜電極20との間に所定の直流電圧が印加されると、半導体材料層16中のフェルミ準位近傍の電子がトンネル現象によりポテンシャル障壁を透過して薄膜絶縁体層18の伝導帯に注入される。この薄膜絶縁体層18は高抵抗であり、大きな電位勾配が生じるため、ここで加速されて薄膜電極20の伝導帯に注入された電子はホットエレクトロンとなる。こうして生成したホットエレクトロンのうち、薄膜電極20の仕事関数 ϕ を超えるエネルギーを有するものは、この薄膜電極20をトンネルし、所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として、電子放出素子の外部に放出される。

【0027】このように薄膜絶縁体層18における電位勾配が電子放出のエネルギーに寄与するため、薄膜絶縁体層18の厚さは所定値以下、直流駆動電源26による印加電圧は所定値以上とすることが必要である。また、薄膜電極20は電子がトンネルすることを妨げない範囲の厚さにすることが必要である。通常、薄膜絶縁体層18の厚さは数 μ m程度からそれ以下であり、直流駆動電源26による印加電圧は10 V程度からそれ以上であることが必要であり、また薄膜電極20の厚さは数十nm程度からそれ以下であることが必要である。

【0028】ところで、図19に示されるように、半導

体材料層16の電子放出側表面に3次元的な微細加工を施して、微細な孔24を形成すると共に、この微細な孔24から電子放出側表面に略平行に延びる複数の枝25を形成する。即ち、半導体材料層16の電子放出側表面を多孔質化する（以下、この電子放出側表面を多孔質化した半導体材料層16を「多孔質性の半導体材料層17」という）。なお、このような半導体材料層表面の多孔質化は、フッ酸中における陽極化成処理によって容易に実現される。

【0029】また、この多孔質性の半導体材料層17の電子放出側表面を酸化処理して、その表面及び微細な孔24内壁を被覆すると共に、微細な孔24から表面に略平行に延びる複数の枝25内を充填する酸化物からなる薄膜絶縁体層19を形成する。更に、この多孔質性の半導体材料層17の電子放出側表面上に、薄膜絶縁体層19を介して薄膜電極21を形成する。こうして多孔質性の半導体材料層17、その微細な孔24から表面に略平行に延びる複数の枝25内を充填する薄膜絶縁体層19、及び薄膜電極21からなるMISダイオード構造を形成する。

【0030】そして、図18に示される場合と同様にして、このMISダイオード構造の多孔質性の半導体材料層17と薄膜電極19との間に直流駆動電源26によって所定の直流電圧が印加されると、多孔質性の半導体材料層17中のフェルミ準位近傍の電子 e^- が、複数の枝25内を充填する薄膜絶縁体層19をトンネルして薄膜電極21の伝導帯に注入される。

【0031】即ち、このときの電子 e^- は、大きな電位勾配が生じている薄膜絶縁体層19を複数回トンネルすることから、複数回に渡って加速され、そのドリフト長が伸びて、薄膜電極21の伝導帯に注入された電子は容易にホットエレクトロン化される。このため、このホットエレクトロンが薄膜電極21から電子放出素子の外部に所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として放出される際に、良好な電子放出特性が得られ、良好な帯電能に寄与すると考えられる。

【0032】以上のことから、半導体材料層、薄膜絶縁体層、及び薄膜電極からなるMISダイオード構造において、半導体材料層の電子放出側表面層に薄膜絶縁体層が複数段に渡って埋め込まれ、このMISダイオード構造に所定の直流電圧を印加する際に、半導体材料層中のフェルミ準位近傍の電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルして薄膜電極の伝導帯に注入されるような構造が形成されていることを、電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されていると定義する。

【0033】このように請求項3に係る帯電装置においては、電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されていることにより、即ち半導体材料層中の電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルして薄膜電極に注入されるような構造が形成されていることにより、このよ

うな3次元的な微細加工が何ら施されていない場合と比較すると、半導体材料層中の電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルする際に複数回に渡って加速されることから、良好な電子放出特性が得られるため、良好な帯電能の実現に寄与する。なお、このような3次元的な微細加工は、例えばフッ酸中における陽極化成処理によって容易に行うことが可能である。

【0034】また、請求項4に係る帯電装置は、上記の請求項3に係る帯電装置において、電子放出素子の電子放出側に施されている3次元的な微細加工部が、電子放出面に規則的に配置されていることを特徴とする。

【0035】このように請求項4に係る帯電装置においては、電子放出素子の電子放出側に施されている3次元的な微細加工部が電子放出面に規則的に配置されていることにより、安定した電子放出特性が得られるため、被帯電体を帯電する際に、帯電ムラのない均一な表面電位が実現される。

【0036】また、請求項5に係る帯電装置は、電子放出素子から放出される電子によって光導電性を有している被帯電体を帯電させる帯電装置であって、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されており、電子放出素子から被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることを特徴とする。

【0037】このように請求項5に係る帯電装置においては、上記の請求項1及び請求項2に係る帯電装置の構

$$h \cdot c / \lambda = 1.602 \times 10^{-19} \text{ E g}$$

)

但し、 $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ (J} \cdot \text{s e c)}$

$c = 2.998 \times 10^8 \text{ (m/s e c)}$

【0042】そして、エネルギーバンドギャップE gが3.60 eV以上又は1.30 eV以下という条件を満たす半導体としては、例えばSi、Ga、In、Al、As、P、Sb等のIII B～VI B族元素の単体、又は2元若しくは3元以上の化合物のうち、所定のエネルギーバンドギャップE gを有するものが挙げられる。

【0043】また、例えばダイヤモンドのエネルギーバンドギャップE gは一般に5 eV以上であり、その末端を水素置換したものは負の電子親和力(NEA)を示すことから、電子放出素子として注目を浴びている。また、一般に電子写真装置用の帯電装置は大気中で用いるため材料の化学的安定性が求められることから、ダイヤモンドは好適な材料といえる。更にいえば、一般にダイヤモンド薄膜は微小領域ではダイヤモンドライクな部位とグラファイトライクな部位を有しており、上記の通り化学的安定性も必要であることを考慮すると、ダイヤモンドライクな部位が主たる構成材料となっており、これが均一に形成されている薄膜が好適である。

【0044】また、請求項7に係る帯電装置は、上記の請求項1～6に係る帯電装置において、電子放出素子が

*成用件を共に有していることにより、上記の請求項1及び請求項2による作用が同時に発揮され、光導電性を有している被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することが防止されると共に、オゾン等の発生も抑制されるため、所望の帯電電位が得られて良好な帯電能が実現されると共に、オゾン等の放電生成物の発生が低減される。

【0038】また、請求項6に係る帯電装置は、上記の請求項1～5に係る帯電装置において、電子放出素子に3.60 eV以上又は1.30 eV以下のエネルギーバンドギャップを有する半導体が用いられていることを特徴とする。

【0039】このように請求項6に係る帯電装置においては、電子放出素子に3.60 eV以上又は1.30 eV以下のエネルギーバンドギャップを有する半導体が用いられていることにより、被帯電体として一般的な電子写真用感光体を用いる場合、その感度領域である400 nmから900 nm前後までの波長の光が電子放出素子から発光されて電子写真用感光体を照射することが規制される。

【0040】なお、ここで、電子放出素子に用いられている半導体のエネルギーバンドギャップE g (eV)とその半導体から発光される光の波長λとの関係は、光速をcとし、プランク定数をhとすると、次の(3)式に示されるようになる。

【0041】

(3)

ら電子を放出するために電子放出素子に印加される電圧が交流電圧又はパルス電圧であることを特徴とする。

【0045】このように請求項7に係る帯電装置においては、電子放出素子に印加される電圧が交流電圧又はパルス電圧であることにより、直流電圧を印加する場合と異なり、電子放出素子から放出する電子の1個当たりの運動エネルギーと電子総放出数とをそれぞれ独立に制御することが可能になるため、放電生成物の低減と良好な帯電能とが両立される。

【0046】また、請求項8に係る帯電装置は、上記の請求項1～7に係る帯電装置において、電子放出素子と被帯電体との間にグリッドが設けられていることを特徴とする。

【0047】このように請求項8に係る帯電装置においては、電子放出素子と被帯電体との間にグリッドが設けられていることにより、グリッドに印加する電圧値を制御して、電子放出素子から放出する電子の1個当たりの運動エネルギーをその電子総放出数とは独立に制御することが可能になるため、放電生成物の低減と良好な帯電能とが両立される。なおここで、グリッドとしては、一般のスコトロフ帯電装置に用いられているようなメッシュ電極が好適である。

【0048】また、請求項9に係る電子写真装置は、負帯電用の帯電装置を用いる電子写真プロセスによって被記録体上に画像形成を電子写真装置であって、帯電装置として、電子がトンネル可能な薄膜電極、電子放出に寄与する絶縁体層、及び半導体層の積層構造からなる電子放出素子を用い、この電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることを特徴とする。

【0049】なおここで、「電子写真プロセス」とは、静電潜像を可視化することによって被記録体上に画像形成を行うプロセス全般を指すものとし、また被記録体としては、セルロースを主成分とするもの、樹脂材料を主成分とするもの等が挙げられる。また、「電子放出に寄与する絶縁体層」とは、印加される高い電界強度によって電子を加速し、更には電子を放出する機能を有する薄膜の絶縁体層を指すものとする。そして、これらのことは、下記の請求項10以降の請求項に係る電子写真装置においても同様に適用されるものとする。

【0050】また、帯電装置の電子放出素子は、大きく分類すると、CNT (Carbon NanoTube) に代表されるように高アスペクト比形状の材料に対し電圧を印加し、電界集中により電子を加速し電子放出するものスピント (spindt) 型の電子放出素子の他に、電子がトンネル可能な薄膜電極 (Metal)、絶縁体層 (Insulator)、及び半導体層 (Semiconductor) の積層構造からなるMIS型の電子放出素子に対し電圧を印加し、薄膜の絶縁体層にかかる高い電界強度によって電子を加速し電子放出するMIS型の電子放出素子がある。

【0051】そして、この請求項9に係る電子写真装置においては、このMIS型の電子放出素子を採用し、電子がトンネル可能な薄膜電極によってその電子放出最表面が覆われているため、その特性が電子を放出する空間の影響を受け難いという特徴を有しており、FED (Field Emission Display) の分野においては、スピント型のように高真空を必要としない電子放出素子としてのメリットを有している。即ち、帯電装置は一般に大気中で用いるため、電子放出空間の影響を受け難いMIS型の電子放出素子の採用は好適である。

【0052】また、この請求項9に係る電子写真装置においては、オゾンやNO_xの発生量について大幅な低減が可能となる。これは以下のことによるものである。先ず、接触帯電の場合について以下に説明する。MIS型の電子放出素子と被帯電体が接触している場合は、被帯電体に対して電子が注入されることにより帯電が起こり、大気中に電子が放出されないため、大気中の気体分子の解離反応が生じず、オゾンやNO_xの発生がない。

【0053】次いで、非接触帯電の場合について以下に説明する。一般に、電子放出素子から発生する電子のエネルギーは数eV程度であり、電子放出素子から放出された電子は気体分子の解離を起こさない。この請求項9

に係る電子写真装置においては、この電子放出素子から放出された電子が気体分子、例えば酸素、二酸化炭素、又はこれらに水が付着した分子に付着して負イオンを生成し、この負イオンによって被帯電体が帯電する。ここで、電子衝突による窒素分子の解離エネルギーは24.3 eVであり、放出電子のエネルギーがこれ未満であるため、NO_xの発生は全くない。

【0054】またオゾンに関しても、電子衝突による酸素分子の解離エネルギーは8 eVであるが、仮にこれ以上のエネルギー、例えば9 eVのエネルギーで電子が酸素に衝突したとしても、解離した酸素分子が全てオゾンになるわけではなく、所定の確率で様々な形態の分子が生成するため、オゾンの発生は無視できるレベルである。従って、電子放出素子からの放出電子のエネルギーは望ましくは8 eV未満である。なお、ここでのMIS型の電子放出素子において、絶縁体層と半導体層との積層構造は複数回繰り返してもよい。また、薄膜電極層、絶縁体層、及び半導体層は必ずしも平滑である必然性はなく、凹凸を有していてもよい。

【0055】このように請求項9に係る電子写真装置においては、MIS型の電子放出素子を用い、このMIS型の電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることにより、高圧電源を必要とせず、またこうした帯電装置によって良好な帯電能が実現され、オゾンやNO_xの放電生成物の発生が皆無になることから、良好な画像が得られ、放電生成物の少ない電子写真装置が実現される。

【0056】また、請求項10に係る電子写真装置は、負帯電用の帯電装置を用いる電子写真プロセスによって被記録体上に画像形成を電子写真装置であって、帯電装置として、電子がトンネル可能な薄膜電極、電子放出に寄与する絶縁体層、及び電極の積層構造からなる電子放出素子を用い、この電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが24.3 eV未満であることを特徴とする。

【0057】なお、帯電装置の電子放出素子は、大きく分類して、CNTに代表されるように高アスペクト比形状の材料に対し電圧を印加し、電界集中により電子を加速し電子放出するものスピント型の電子放出素子の他に、電子がトンネル可能な薄膜電極 (Metal)、絶縁体層 (Insulator)、及び電極 (Metal) の積層構造からなるMIM型の電子放出素子に対し電圧を印加し、薄膜の絶縁体層にかかる高い電界強度によって電子を加速し電子放出するMIM型の電子放出素子がある。

【0058】そして、この請求項10に係る電子写真装置においては、このMIM型の電子放出素子を採用し、電子がトンネル可能な薄膜電極によってその電子放出最表面が覆われているため、その特性が電子を放出する空間の影響を受け難いという特徴を有しており、FEDの分野においては、スピント型のように高真空を必要とし

ない電子放出素子としてのメリットを有している。即ち、帯電装置は一般に大気中で用いるため、電子放出空間の影響を受け難いMIM型の電子放出素子の採用は好適である。

【0059】また、この請求項10に係る電子写真装置においては、オゾンや NO_x の発生量について大幅な低減が可能となる。これは以下のことによるものである。先ず、接触帯電の場合について以下に説明する。MIM型の電子放出素子と被帯電体が接触している場合は、被帯電体に対して電子が注入されることにより帯電が起こり、大気中に電子が放出されないため、大気中の気体分子の解離反応が生じず、オゾンや NO_x の発生がない。

【0060】次いで、非接触帯電の場合について以下に説明する。一般に、電子放出素子から発生する電子のエネルギーは数eV程度であり、電子放出素子から放出された電子は気体分子の解離を起こさない。この請求項10に係る電子写真装置においては、この電子放出素子から放出された電子が気体分子、例えば酸素、二酸化炭素、又はこれらに水が付着した分子に付着して負イオンを生成し、この負イオンによって被帯電体が帯電する。ここで、電子衝突による窒素分子の解離エネルギーは24.3eVであり、放出電子のエネルギーがこれ未満であるため、 NO_x の発生は全くない。

【0061】またオゾンに関しても、電子衝突による酸素分子の解離エネルギーは8eVであるが、仮にこれ以上のエネルギー、例えば9eVのエネルギーで電子が酸素に衝突したとしても、解離した酸素分子が全てオゾンになるわけではなく、所定の確率で様々な形態の分子が生成するため、オゾンの発生は無視できるレベルである。従って、電子放出素子からの放出電子のエネルギーは望ましくは8eV未満である。なお、ここでのMIM型の電子放出素子において、絶縁体層と電極との積層構造は複数回繰り返してもよい。また、薄膜電極層、絶縁体層、及び電極は必ずしも平滑である必然性はなく、凹凸を有していてもよい。

【0062】このように請求項10に係る電子写真装置においては、MIM型の電子放出素子を用い、このMIM型の電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが24.3eV未満であることにより、高圧電源を必要とせず、またこうした帯電装置によって良好な帯電能が実現され、オゾンや NO_x の放電生成物の発生が皆無になることから、良好な画像が得られ、放電生成物の少ない電子写真装置が実現される。

【0063】また、請求項11に係る電子写真装置は、上記請求項9又は10に係る電子写真装置において、電子放出素子の電子放出面側に3次元的な微細加工が施されていることを特徴とする。なおここで、「電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されている」ことの定義は、上記請求項3に係る帯電装置において説明したものと同様であるため、繰返しの説明は省略す

る。

【0064】このように請求項11に係る電子写真装置においては、その帯電装置の電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されていることにより、このような3次元的な微細加工が何ら施されていない場合と比較すると、電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルする際に複数回に渡って加速されることから、良好な電子放出特性が得られるため、良好な帯電能の実現に寄与する。

10 【0065】また、請求項12に係る電子写真装置は、上記請求項9又は10に係る電子写真装置において、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることを特徴とする。なおここで、「被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射する」ことの定義は、上記請求項1に係る帯電装置において説明したものと同様であるため、繰返しの説明は省略する。

20 【0066】一般的な電子写真装置は、光導電性を有する被帯電体に対して帯電を行い、画像露光によって静電潜像を形成し、これを画像形成物質によって現像し可視化した後、被記録体上へこの画像を転写し、定着するといった工程を経て該記録体上に画像を形成する。また、静電潜像を専用の被記録体上に転写した後、この被記録体上で現像を行うTESIプロセス（潜像転写プロセス）、更に静電潜像を露光によらず、直接被帯電体上に書き込むプロセスもあるが、電子写真装置は静電潜像を形成後、これを画像形成物質によって現像し可視化し、更に被記録体上へこの画像を転写する工程を経る場合が一般的である。

30 【0067】しかし、例えばMIS型の電子放出素子の場合、その半導体層のバンドギャップ等の条件によっては、電圧の印加によってEL（Electro Luminescence）発光する場合がある。そして、被帯電体が光導電性を有する場合には、この発光が被帯電体の表面電位を減衰させる恐れが生じる。従って、このような場合に、この発光が規制されると、この発光による被帯電体の表面電位の減衰が防止される。

40 【0068】このように請求項12に係る電子写真装置においては、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることにより、光導電性を有する被帯電体に対して、この被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することが防止されるため、所望の帯電電位が得られ、良好な帯電能が実現される。

50 【0069】また、請求項13に係る電子写真装置は、上記請求項9～12のいずれかに係る電子写真装置において、被帯電体がゼロ電位に接地されている導電性支持体上に形成されており、この導電性支持体と電子放出素子の薄膜電極との間に、被帯電体の帯電電位に相当するバイアス電圧が印加されていることを特徴とする。なお

ここで、「導電性支持体」とは、支持体自体が導電性を有している場合の他、非導電性の支持体上に導電性薄膜が形成されている場合も含み、いずれの場合もその導電性部分が電極を構成し、この電極がゼロ電位に接地されていると共に、このゼロ電位の電極に接して被帯電体が形成されているものとする。

【0070】このように請求項13に係る電子写真装置においては、被帯電体がゼロ電位の導電性支持体上に形成されている一方、この導電性支持体と電子放出素子の薄膜電極との間に、被帯電体の帯電電位に相当するバイアス電圧が印加されていることにより、被帯電体の帯電電位がバイアス電圧によって制御されることになるため、被帯電体の表面電位が所望の電位に安定的に保持され、安定した帯電能が実現される。

【0071】また、請求項14に係る電子写真装置は、上記請求項9～13のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の薄膜電極が、絶縁体層の全面を覆っていることを特徴とする。

【0072】一般に電子写真装置の内部においては、トナー、紙粉等が飛散するため、これらが帯電装置に付着する恐れがある。そして、電子放出素子の絶縁体層内にアルカリ金属イオンが進入した場合、これがキャリアとなり絶縁破壊をおこすことが知られている。これは電子放出素子の駆動安定性に大きく関与するものである。また、一般に電子写真装置に用いられる紙には、酸化カルシウム、酸化マグネシウムが用いられている場合が多く、これらが電子放出素子の絶縁体層と直接に接触した場合、電子放出素子の電子放出面が絶縁破壊する恐れが生じ、このことは電子放出特性の劣化につながる。

【0073】これに対して、請求項14に係る電子写真装置においては、電子放出素子の薄膜電極が絶縁体層の全面を覆っていることにより、電子放出に寄与する絶縁体層が保護されるため、電子放出素子の駆動安定性が向上する。

【0074】また、請求項15に係る電子写真装置は、上記請求項9に係る電子写真装置において、電子放出素子の半導体層の材料として、C（カーボン）及びSi（シリコン）の単体、並びにC、Si、及びGe（ゲルマニウム）の化合物のいずれかが使用されていることを特徴とする。

【0075】このように請求項15に係る電子写真装置においては、電子放出素子の半導体層の材料として、C及びSiの単体、並びにC、Si、及びGeの化合物のいずれかを使用することにより、良好な電子放出特性が得られる。こうした電子放出素子の半導体層に使用する好適な材料を具体的に例示すると、ダイヤモンド、Si、SiC、SiGe、SiGeC等が挙げられる。そして、これらの中でも、SiCを使用することが特に好適である。

【0076】また、請求項16に係る電子写真装置は、

上記請求項9～15のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の薄膜電極の材料として、Au（金）、Pt（白金）、Ir（イリジウム）、Rh（ロジウム）及びRu（ルテニウム）の単体、これらの単体の合金、並びにこれらの単体及び合金の酸化物のいずれかが使用されていることを特徴とする。

【0077】Al（アルミニウム）、Fe（鉄）といった金属は反応性が高く、大気中で用いる電子写真装置の電子放出素子の薄膜電極に使用する場合には経時変化が大きく不適である。例えばAlの場合、大気中では容易に酸化物となるため、薄膜電極の仕事関数を変化させる原因となり、電子放出特性の経時変化を招くことになる。

【0078】これに対して、請求項16に係る電子写真装置においては、電子放出素子の薄膜電極の材料として、Au、Pt、Ir、Rh及びRuの単体、これらの単体の合金、並びにこれらの単体及び合金の酸化物のいずれかを使用することにより、電子放出素子の安定した電子放出特性が確保される。こうした電子放出素子の薄膜電極に使用する好適な材料を具体的に例示すると、Ir、PtIr、IrO₂等が挙げられる。

【0079】また、請求項17に係る電子写真装置は、上記請求項9～16のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の前記薄膜電極の膜厚が、20nm以上40nm以下であることを特徴とする。

【0080】上記請求項14についての説明で述べたように、一般に電子写真装置に用いられる紙には、酸化カルシウム、酸化マグネシウムが用いられている場合が多く、これらが電子放出素子の絶縁体層と直接に接触した場合、電子放出素子の電子放出面が絶縁破壊する恐れが生じ、このことは電子放出特性の劣化につながる。一方、この絶縁体層上に形成されている薄膜電極は、この薄膜電極をトンネルして電子が外部に放出されることから、電子放出素子の電子放出特性を向上するためには、薄膜電極の可能な限りの薄層化が望ましい。しかし、電子放出素子を電子写真装置内で扱う場合は、薄膜電極の形成時における僅かな膜厚むらが電子放出素子の劣化につながる場合があるため、所定値以上の膜厚が必要となる。

【0081】これに対して、請求項17に係る電子写真装置においては、電子放出素子の薄膜電極の膜厚を20nm以上40nm以下にすることにより、電子放出素子の耐久性を向上させることと良好な電子放出特性を維持することとが両立される。

【0082】また、請求項18に係る電子写真装置は、上記請求項9～17のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の駆動電圧が交流電圧又はパルス電圧であることを特徴とする。

【0083】このように請求項18に係る電子写真装置においては、帯電装置の電子放出素子の駆動電圧が交流

電圧又はパルス電圧であることにより、駆動電圧に直流電圧を用いる場合と異なり、電子放出素子から放出する電子の1個当たりの運動エネルギーと電子総放出数とをそれぞれ独立に制御することが可能になるため、帯電装置における放電生成物の低減と良好な帯電能とが両立される。

【0084】また、請求項19に係る電子写真装置は、上記請求項9～18のいずれかに係る電子写真装置において、被帯電体への帯電が、電子放出素子と被帯電体とが非接触の状態で行われることを特徴とする。

【0085】上記請求項9についての説明で述べたように、気体分子への電子付着によって生成した負イオンのみによって帯電を行う場合はオゾンや NO_x の発生を皆無とすることが可能である。しかし、例えば被帯電体がドラム形状の場合には、図20に示されるように、このドラム形状の被帯電体10aと電子放出素子14の間に微小なギャップが生じるため、この部位で放電が発生し、オゾンや NO_x 等の放電生成物が発生する恐れがある。

【0086】また、被帯電体が平面形状の場合においても、電子放出素子と被帯電体とが離れる瞬間に電圧が印加された状態にあれば、その離れる瞬間においては微小なギャップが生じることになるため、被帯電体がドラム形状の場合と同様に、放電が発生する。更に、平面形状であっても、その表面に微小な凹凸があればそこで放電が発生する。

【0087】これに対して、請求項19に係る電子写真装置においては、電子放出素子と被帯電体とが非接触の状態では被帯電体への帯電を行うことにより、放電を全く起こすことなく帯電することが可能となるため、放電生成物であるオゾンや NO_x の発生が皆無となる。

【0088】また、請求項20に係る電子写真装置は、上記請求項9～19のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子が導電性支持体上に形成されていることを特徴とする。なおここで、「導電性支持体」とは、支持体自体が導電性を有している場合の他、非導電性の支持体上に導電性薄膜が形成されている場合も含み、いずれの場合もその導電性部分上に電子放出素子が形成されているものとする。

【0089】このように請求項20に係る電子写真装置においては、電子放出素子が導電性支持体上に形成されていることにより、電子写真装置内に電子放出素子を固定することが可能になる。

【0090】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。

(第1の実施形態) 図1は本発明の第1の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【0091】図1に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置においては、一定線速で回転す

る例えば電子写真用感光体などの光導電性を有する被帯電体10が設置され、この被帯電体10の裏面に電極12が設けられている。

【0092】また、この被帯電体10に対向して、電子放出素子14が設置されている。そして、この電子放出素子14に例えば半導体を用いている場合には、電子放出素子14のエネルギーバンドギャップ E_g が3.60 eV以上、又は1.30 eV以下になるように所定の半導体材料層16及び薄膜絶縁体層18を具備し、更に被帯電体10に対向する薄膜絶縁体層18の表面側に薄膜電極20が形成され、半導体材料層16の裏面側に基板電極22が形成されているMISダイオード構造をなしている。即ち、この電子放出素子14は、薄膜電極20、薄膜絶縁体層18、及び半導体材料層16が基板電極22上に積層されているMIS型の電子放出素子である。

【0093】また、図1に示されるように、このMIS型の電子放出素子14の半導体材料層16の両側に設けられている薄膜電極20と基板電極22との間には、直流駆動電源26が設けられている。また、電子放出素子14の薄膜電極18と被帯電体10裏面の電極12との間には、バイアス電源28が設けられている。

【0094】なお、電子放出素子14における半導体材料層16表面の薄膜絶縁体層18は、例えばスパッタ法やCVD (Chemical Vapor Deposition ; 化学的気相成長) 法を用いて形成されるが、その製法はこれらに限定するものではない。また、半導体材料層16がSiからなる場合には、酸素を含むガス中において半導体材料層12を加熱することによっても、その表面に SiO_x からなる薄膜絶縁体層18が形成される。従って、半導体材料層16の材料によっては必ずしもスパッタ法やCVD法等の真空成膜工程を追加する必要はない。

【0095】次に、図1に示す電子写真装置の帯電装置の動作を説明する。いま、直流駆動電源26によって電子放出素子14の半導体材料層16及び薄膜絶縁体層18を挟んでいる一方の薄膜電極20にプラスの電圧を、他方の基板電極22にマイナスの電圧を印加して、半導体材料層16中のフェルミ準位近傍の電子が薄膜絶縁体層18のエネルギー障壁を越えることが可能なレベルの電位差を生じさせるとすると、基板電極22から半導体材料層16に電子が注入され、更にこの電子は半導体材料層16表面の薄膜絶縁体層18を介して薄膜電極20に流出する。そしてこのとき、半導体材料層16表面の薄膜絶縁体層18は高抵抗となっていることから、電界強度が大きくなるため、電子が加速されてホットエレクトロンとなる。

【0096】そして、電子放出素子14において発生したホットエレクトロンは、薄膜電極20をトンネルし、所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として外部に放出され、被帯電体10に向かう。このとき、バイアス

電源 28 によって電子放出素子 14 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に印加するバイアス電圧を調整し、電子放出素子 14 から放出される電子 e^- の運動エネルギーが 24.3 eV 未満になるようにする。

【0097】そして、この被帯電体 10 に向かった電子 e^- 又はこの電子 e^- によって生成した CO_3^- イオンや O_2^- イオンなどの負イオンが被帯電体 10 に到達すると、この被帯電体 10 がマイナスに帯電する。

【0098】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、MIS 型の電子放出素子 14 に、エネルギーバンドギャップ E_g が 3.60 eV 以上又は 1.30 eV 以下の半導体材料層 16 及び薄膜絶縁体層 18 を用いていることにより、電子写真用感光体である被帯電体 10 の一般的な感度領域である 400 nm から 900 nm 前後までの波長の光が電子放出素子 14 から発光されて被帯電体 10 を照射することを規制することができる。従って、この被帯電体 10 のマイナスに帯電した表面電位が電子放出素子 14 からの発光によって減衰することが防止されるため、所望の帯電電位を得ることが可能になり、良好な帯電能を実現することができ

【0099】また、バイアス電源 28 によって電子放出素子 14 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に印加するバイアス電圧が調整され、電子放出素子 14 から放出される電子 e^- の運動エネルギーが 24.3 eV 未満になることにより、この電子 e^- の運動エネルギーが基底状態の酸素分子の解離エネルギーである 24.3 eV よりも小さいことから、この電子 e^- が直接に被帯電体に到達したり、この電子 e^- によって生成された CO_3^- イオンや O_2^- イオンなどの負イオン等の荷電粒子が被帯電体に到達したりすると共に、その際に、様々な放電生成物の発生を低減することができる。

【0100】（第 2 の実施形態）図 2 は本発明の第 2 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図であり、図 3 は図 2 に示される帯電装置の動作、特に電子放出素子における電子の動きを説明するための概略図である。なお、上記第 1 の実施形態の図 1 に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0101】図 2 に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第 1 の実施形態の図 1 に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、上記図 1 における電子放出素子 14 の代わりに、電子放出側表面に規則的に開孔された微細な孔 24 と共にこの微細な孔 24 から電子放出側表面に略平行に延びる複数の枝 25 が形成されている例えば Si 層からなる多孔質性の半導体材料層 17 と、この多孔質性の半導体材料層 17 の表面及び微細な孔 24 内壁を被覆すると共

に複数の枝 25 内を充填する例えば Si 酸化物からなる薄膜絶縁体層 19 と、この薄膜絶縁体層 19 を介して多孔質性の半導体材料層 17 の電子放出側表面上に形成された薄膜電極 21 と、多孔質性の半導体材料層 17 の裏面側に形成された基板電極 22 とを有する MIS 型の電子放出素子 15 が設置されている点が異なる。

【0102】なお、ここで、例えば Si 層からなる多孔質性の半導体材料層 17 の電子放出側表面における微細な孔 24 及びこの微細な孔 24 から電子放出側表面に略平行に延びる複数の枝 25 の形成は、例えば Si 層に対するフッ酸中における陽極化成処理などの 3 次元的な微細加工によって容易に実現される。また、この多孔質性の半導体材料層 17 の微細な孔 24 内壁を被覆すると共に複数の枝 25 内を充填する例えば Si 酸化物からなる薄膜絶縁体層 19 の形成も、多孔質性の半導体材料層 17 表面の酸化処理によって容易に実現される。

【0103】次に、図 2 に示す電子写真装置の帯電装置の動作、特に電子放出素子 15 における電子 e^- の動きを、図 3 を用いて説明する。図 2 に示されるように、上記第 1 の実施形態の場合と同様にして、直流駆動電源 26 によって電子放出素子 15 の一方の薄膜電極 21 にプラスの電圧を、他方の基板電極 22 にマイナスの電圧を印加して、多孔質性の半導体材料層 17 中のフェルミ準位近傍の電子が薄膜絶縁体層 19 のエネルギー障壁を越えることが可能なレベルの電位差を生じさせるとすると、多孔質性の半導体材料層 17 中の電子 e^- は、複数の枝 25 内を充填する薄膜絶縁体層 19 をトンネルして薄膜電極 21 の伝導帯に注入される。

【0104】このとき、薄膜絶縁体層 19 は高抵抗となっており、大きな電位勾配が生じているため、この薄膜絶縁体層 19 をトンネルする電子は加速されるが、本実施形態においては、図 3 に示されるように、多孔質性の半導体材料層 17 中の電子 e^- は大きな電位勾配が生じている薄膜絶縁体層 19 を複数回トンネルすることから、複数回に渡って加速され、そのドリフト長が伸びて、薄膜電極 21 の伝導帯に注入された電子は容易にホットエレクトロン化される。このため、このホットエレクトロンが薄膜電極 21 から電子放出素子の外部に所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として放出される際に、良好な電子放出特性が得られることになる。

【0105】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第 1 の実施形態の場合における効果に加えて、次のような効果を奏することができる。即ち、電子放出素子 15 が、電子放出側表面に規則的に開孔された微細な孔 24 と共にこの微細な孔 24 から電子放出側表面に略平行に延びる複数の枝 25 が形成されている例えば Si 層からなる多孔質性の半導体材料層 17 と、この多孔質性の半導体材料層 17 の表面及び微細な孔 24 内壁を被覆すると共に複数の枝 25 内を充填する例えば Si 酸化物からなる薄膜絶縁体層 19 と、

この薄膜絶縁体層 19 を介して多孔質性の半導体材料層 17 の電子放出側表面上に形成された薄膜電極 21 と、多孔質性の半導体材料層 17 の裏面側に形成された基板電極 22 とを有する M I S ダイオード構造をなしていることにより、多孔質性の半導体材料層 17 中の電子 e^- は大きな電位勾配が生じている薄膜絶縁体層 19 を複数回トンネルし、その度毎に加速され、そのドリフト長が伸びて、薄膜電極 21 の伝導帯に注入された電子が容易にホットエレクトロン化されるため、このホットエレクトロンが薄膜電極 21 から被帯電体 10 に向かって所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として放出される際に、良好な電子放出特性を得ることが可能になり、良好な帯電能の実現に寄与することができる。

【0106】(第3の実施形態) 図4は本発明の第3の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図であり、図5は図4に示される帯電装置の動作を説明するための概略断面図である。なお、上記第1の実施形態の図1に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0107】図4に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第1の実施形態の図1に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、上記図1における M I S 型の電子放出素子 14 の代わりに、半導体材料層 16 と、この半導体材料層 16 の被帯電体 10 に対向する表面側に第1の薄膜絶縁体層 19 を介して形成された薄膜電極 20 と、半導体材料層 16 の裏面側に第2の薄膜絶縁体層 18 b を介して形成された基板電極 22 とを有する M I S 型の電子放出素子 30 が設置されている点異なる。

【0108】そしてここで、第1の薄膜絶縁体層 18 a 及び第2の薄膜絶縁体層 18 b は同一の絶縁材料からなり、第2の薄膜絶縁体層 18 b の厚さが第1の薄膜絶縁体層 18 a の厚さよりも厚くなっている。即ち、半導体材料層 16 と基板電極 22 とに挟まれた第2の薄膜絶縁体層 18 b の抵抗値が、半導体材料層 16 と薄膜電極 20 とに挟まれた第1の薄膜絶縁体層 18 a の抵抗値よりも大きくなっている。

【0109】また、上記図1における電子放出素子 14 の薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に設けられている直流駆動電源 26 の代わりに、電子放出素子 30 の薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に交流電圧又はパルス電圧を印加するための交流駆動電源 32 が設けられている点異なる。

【0110】次に、図4に示す電子写真装置の帯電装置の動作を、図5(a)、(b)を用いて説明する。いま、交流駆動電源 32 を用いて、電子放出素子 14 の半導体材料層 16 を挟んでいる薄膜電極 20 と基板電極 22 との間の電位差の絶対値の最大値が同等な交流電圧又はパルス電圧を印加する。

【0111】このとき、図5(a)に示されるように、

電子放出素子 30 の半導体材料層 16 を挟んでいる一方の薄膜電極 20 にマイナスの電圧が、他方の基板電極 22 にプラスの電圧が印加されると、薄膜電極 20 から第1の薄膜絶縁体層 18 a を介して半導体材料層 16 に電子が注入されるが、第1の薄膜絶縁体層 18 a よりも抵抗値の大きい第2の薄膜絶縁体層 18 b によって電子が基板電極 22 に流入することが抑制される。その結果、図5(a)中に模式的に表されるように、電子 e^- が半導体材料層 16 内部に蓄積されることになる。

【0112】また、図5(b)に示されるように、交流駆動電源 32 の極性が図5(a)の場合と逆方向に変化して、電子放出素子 30 の半導体材料層 16 を挟んでいる一方の薄膜電極 20 にプラスの電圧が、他方の基板電極 22 にマイナスの電圧が印加されると、基板電極 22 から半導体材料層 16 に注入された電子と共に、半導体材料層 16 内部に蓄積された電子が、半導体材料層 16 表面の第1の薄膜絶縁体層 18 a を介して薄膜電極 20 に流れると共に、電界強度が大きくなっている第1の薄膜絶縁体層 18 a において電子が加速されてホットエレクトロンとなる。

【0113】そして更に、このホットエレクトロンは、薄膜電極 20 をトンネルして外部に放出され、電子となって被帯電体 10 に向かう。このときも、上記第1の実施形態の場合と同様に、バイアス電源 28 によって電子放出素子 14 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に印加するバイアス電圧を調整して、電子放出素子 14 から放出される電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満になるようにする。

【0114】そして、この被帯電体 10 に向かった電子又はこの電子によって生成した CO_3^- イオンや O_2^- イオンなどの負イオンが被帯電体 10 に到達すると、この被帯電体 10 がマイナスに帯電する。

【0115】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第1の実施形態の場合における効果に加えて、次のような効果を奏することができる。即ち、電子放出素子 30 の薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に交流駆動電源 32 を設け、薄膜電極 20 にマイナスの電圧が印加される場合に電子を半導体材料層 16 内部に蓄積し、薄膜電極 20 にプラスの電圧が印加される場合に第1の薄膜絶縁体層 18 a において加速されたホットエレクトロンを電子として外部に放出することにより、基板電極 22 から半導体材料層 16 に注入された電子に半導体材料層 16 内部に蓄積された電子が加わった大量の電子が放出されることになるために、上記第1の実施形態の場合よりも更に良好な帯電能を得ることが可能となる。

【0116】また、上記第1の実施形態の直流駆動電源 26 を用いる場合と異なり、電子放出素子 30 から放出する電子の1個当たりの運動エネルギーと電子総放出数とをそれぞれ独立に制御することが可能になるため、放

電生成物の低減とより良好な帯電能とを両立させて実現することができる。

【0117】また、上記第3の実施形態においては、半導体材料層16と基板電極22とに挟まれた第2の薄膜絶縁体層18bの抵抗値を半導体材料層16と薄膜電極20とに挟まれた第1の薄膜絶縁体層18aの抵抗値よりも大きくし、交流駆動電源32によって半導体材料層16を挟んでいる薄膜電極20と基板電極22との間の電位差の絶対値の最大値が同等な交流電圧又はパルス電圧を印加しているが、これは第1の薄膜絶縁体層18aにおける電子加速機能と第2の薄膜絶縁体層18bにおける電子流出抑制機能とを両立させるためである。

【0118】もし、ここで第2の薄膜絶縁体層18bの抵抗値と第1の薄膜絶縁体層18aの抵抗値とが同等であるとすると、電子が第1の薄膜絶縁体層18aのエネルギー障壁を越えることが可能なレベルの電位差を第1の薄膜絶縁体層18aに生じさせた場合に、上記第1の実施形態の場合と同様に、第1の薄膜絶縁体層18aにおける電子加速機能は発揮され、ホットエレクトロンを発生させることは可能になるものの、第1の薄膜絶縁体層18aに対する電位差と同等の電位差が第2の薄膜絶縁体層18bに生じることになり、この第2の薄膜絶縁*

$$V_{20}(H) - V_{22}(L) > V_{22}(H) - V_{20}(L)$$

(4)

但し、 $V_{20}(H)$ ：薄膜電極20の電位が基板電極22の電位よりも高い場合
における薄膜電極20の電位

$V_{22}(L)$ ：基板電極22の電位が薄膜電極20の電位よりも低い場合
における基板電極22の電位

$V_{22}(H)$ ：基板電極22の電位が薄膜電極20の電位よりも高い場合
における基板電極22の電位

$V_{20}(L)$ ：薄膜電極20の電位が基板電極22の電位よりも低い場合
における薄膜電極20の電位

【0123】(第4の実施形態) 図6は本発明の第4の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。なお、上記第1の実施形態の図1に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0124】図6に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第1の実施形態の図1に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、上記図1における被帯電体10と電子放出素子14との間に、例えば一般のスコトロシオン帯電装置に用いられているようなメッシュ形状のグリッド34が設置されている点が異なる。

【0125】そして、このグリッド34と電子放出素子14の薄膜電極20との間には、電子エネルギー調整用

*体層18bにおける電子流出抑制機能は発揮されないことになる。

【0119】即ち、図5(a)に模式的に示されるような半導体材料層16内部への電子 e^- の蓄積は起こらず、第2の薄膜絶縁体層18bを通過して基板電極22に電子が流入してしまうため、上述したは第3の実施形態による効果を期待することができなくなる。

【0120】但し、第1の薄膜絶縁体層18a及び第2の薄膜絶縁体層18bに同一の絶縁材料を用い、第2の薄膜絶縁体層18bの厚さを第1の薄膜絶縁体層18aの厚さよりも厚くする代わりに、第1の薄膜絶縁体層18a及び第2の薄膜絶縁体層18bに異なる絶縁材料を用いることにより、両者の厚さとは無関係に、第2の薄膜絶縁体層18bの抵抗値が第1の薄膜絶縁体層18aの抵抗値よりも大きくなるようにしてもよい。

【0121】また、第1の薄膜絶縁体層18aの抵抗値と第2の薄膜絶縁体層18bの抵抗値とを同等にした場合においても、交流駆動電源32を用いて電子放出素子30の薄膜電極20と基板電極22との間に、以下の(4)式を満足させるような条件のパルス電圧を印加すれば、同様の効果を奏することができる。

【0122】

$$V_{20}(H) - V_{22}(L) > V_{22}(H) - V_{20}(L)$$

の直流駆動電源36が設けられ、薄膜電極20に対してグリッド34を所定のマイナスの電位に制御するようになっている。

【0126】次に、図6に示す電子写真装置の帯電装置の動作を説明する。いま、上記第1の実施形態の場合と同様に、直流駆動電源26を用いて、電子放出素子14の半導体材料層16を挟んでいる一方の薄膜電極20にプラスの電圧を、他方の基板電極22にマイナスの電圧が印加されると、基板電極22から半導体材料層16に注入した電子は、電界強度が大きくなっている薄膜絶縁体層18において加速し、ホットエレクトロンとなる。そして更に、このホットエレクトロンは、薄膜電極20をトンネルして外部に放出され、電子となって被帯電体10に向かう。

【0127】このとき、電子放出素子14と被帯電体10との間に、電子エネルギー調整用の直流駆動電源36を用いて所定のマイナスの電位に制御されたグリッド34が設置されているため、電子放出素子14から被帯電体10に向かう電子の運動エネルギーは小さくなる。なお、この電子の運動エネルギーを小さくする度合いは、電子エネルギー調整用の直流駆動電源36を用いて、グリッド34に付与する電位によって制御することが可能である。

【0128】そして、電子放出素子14からグリッド34を通過して被帯電体10に向かった電子又はこの電子によって生成した CO_3^- イオンや O_2^- イオンな

どの負イオンは被帯電体 10 に到達すると、この被帯電体 10 はマイナスに帯電する。

【0129】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第 1 の実施形態の場合における効果に加えて、次のような効果を奏することができる。即ち、電子放出素子 14 と被帯電体 10 との間に、メッシュ形状のグリッド 34 が設置されていることにより、直流駆動電源 26 によって電子放出素子 14 の半導体材料層 16 を挟んでいる薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に直流電圧が印加されている場合であっても、電子エネルギー調整用の直流駆動電源 36 を用いてグリッド 34 に印加する電圧値を制御して、電子放出素子 14 から被帯電体 10 に向かう電子の 1 個当たりの運動エネルギーをその電子総放出数とは独立に 24. 3 eV 未満に容易に制御することが可能になるため、放電生成物のより一層の低減を実現することができる。

【0130】なお、上記第 4 の実施形態においては、グリッド 34 の電位をマイナスに制御するための電子エネルギー調整用の直流駆動電源 36 が設置されているが、電子放出素子 14 から被帯電体 10 に向かう電子の 1 個当たりの運動エネルギーを 24. 3 eV 未満の範囲内において増大させたい場合には、電子エネルギー調整用の直流駆動電源 36 の電極の向きを逆に設定して、グリッド 34 の電位を所定のプラスの電位に制御することも可能である。

【0131】（第 5 の実施形態）図 7 は本発明の第 5 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。なお、上記第 3 の実施形態の図 4 に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0132】図 7 に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第 3 の実施形態の図 4 に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、上記図 4 における被帯電体 10 と電子放出素子 30 との間に、例えば一般のスコトロロン帯電装置に用いられているようなメッシュ形状のグリッド 38 が設置されている点が異なる。

【0133】そして、このグリッド 38 と電子放出素子 30 の薄膜電極 20 との間には、電子エネルギー調整用の交流駆動電源 40 が設けられ、電子放出素子 30 の薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に交流電圧又はパルス電圧を印加する交流駆動電源 32 と同期しつつ、薄膜電極 20 に対してグリッド 38 を所定のマイナス又はプラスの電位に制御するようになっている。

【0134】次に、図 7 に示す電子写真装置の帯電装置の動作を説明する。いま、交流駆動電源 32 を用いて、電子放出素子 30 の半導体材料層 16 を挟んでいる薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に交流電圧又はパルス電圧を印加する。こうして、薄膜電極 20 にマイナスの電圧が印加される場合に、薄膜電極 20 から注入された

電子が半導体材料層 16 内部に蓄積され、薄膜電極 20 にプラスの電圧が印加される場合に、基板電極 22 から半導体材料層 16 に注入された電子及び半導体材料層 16 内部に蓄積された電子が高電界強度の第 1 の薄膜絶縁体層 18a において加速される。

【0135】そして更に、この電子は、バイアス電源 28 を用いて電子放出素子 30 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に印加されたバイアス電圧により、薄膜電極 20 をトンネルして外部に放出され、被帯電体 10 に向かう。

【0136】このとき、電子放出素子 30 と被帯電体 10 との間には、電子エネルギー調整用の交流駆動電源 40 を用いて所定のマイナス又はプラスの電位に制御されたグリッド 38 が設置されているため、電子放出素子 30 から被帯電体 10 に向かう電子の運動エネルギーは 24. 3 eV 未満の範囲内の所望の値に容易に制御される。

【0137】そして、この被帯電体 10 に向かった電子又はこの電子によって生成した CO_3^- イオンや O_2^- イオンなどの負イオンが被帯電体 10 に到達すると、この被帯電体 10 はマイナスに帯電する。

【0138】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第 3 の実施形態の場合における効果に加えて、次のような効果を奏することができる。即ち、電子放出素子 30 と被帯電体 10 との間にメッシュ形状のグリッド 38 が設置されていることにより、電子エネルギー調整用の交流駆動電源 40 を用いてグリッド 38 に印加する電圧値を制御して、電子放出素子 30 から被帯電体 10 に向かう電子の 1 個当たりの運動エネルギーをその電子総放出数とは独立に 24. 3 eV 未満に容易に制御することが可能になるため、放電生成物のより一層の低減とより良好な帯電能とを両立させて実現することができる。

【0139】（第 6 の実施形態）図 8 は本発明の第 6 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図であり、図 8 (b) はその帯電装置の電子放出素子の変形例を示す概略断面図である。なお、上記第 1 の実施形態の図 1 に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0140】図 8 に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第 1 の実施形態の図 1 に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、上記図 1 の M I S 型の電子放出素子 14 の代わりに、M I M 型の電子放出素子 42 が設置されている点が異なる。そして、この M I M 型の電子放出素子 42 は、薄膜絶縁体層 18 の被帯電体 10 に対向する表面側に薄膜電極 20 が形成され、その裏面側に基板電極 22 が形成されている。即ち、薄膜電極 20、薄膜絶縁体層 18、及び基板電極 22 が積層された M I M 構造をなしており、上記図 1 の M I S 型の電子放出素子 14 における

半導体材料層 16 が除去された構造となっている。

【0141】次に、図 8 に示す電子写真装置の帯電装置の動作を説明する。いま、直流駆動電源 26 によって電子放出素子 42 の薄膜絶縁体層 18 を挟んでいる一方の薄膜電極 20 にプラスの電圧を、他方の基板電極 22 にマイナスの電圧を印加して、基板電極 22 から薄膜絶縁体層 18 に電子を注入し、更に薄膜電極 20 に流出させる。そしてこのとき、基板電極 22 から電子が注入される薄膜絶縁体層 18 は高抵抗となっていることから、電界強度が大きくなるため、注入された電子が加速されて

ホットエレクトロンとなる。

【0142】そして、電子放出素子 42 において発生したホットエレクトロンは、上記図 1 に示す第 1 の実施形態の場合と同様に、薄膜電極 20 をトンネルし、所定の運動エネルギーを有する電子 e^- として外部に放出され、被帯電体 10 に向かう。このとき、バイアス電源 28 によって電子放出素子 14 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に印加するバイアス電圧を調整し、電子放出素子 14 から放出される電子 e^- の運動エネルギーが 24.3 eV 未満になるようにする。

【0143】そして、この被帯電体 10 に向かった電子 e^- 又はこの電子 e^- によって生成した CO_3^- イオンや O_2^- イオンなどの負イオンが被帯電体 10 に到達すると、この被帯電体 10 がマイナスに帯電する。

【0144】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第 1 の実施形態の MIS 型の電子放出素子 14 の代わりに、MIM 型の電子放出素子 42 を用いていることにより、上記第 1 の実施形態の場合と略同様の効果を奏することができる。

【0145】(第 7 の実施形態) 図 9 (a) は本発明の第 7 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図であり、図 9 (b) はその部分的な等価回路を示す回路図である。また、図 10 (a) は図 9 (a) に示す帯電装置から被帯電体を取り外した場合を示す概略断面図であり、図 10 (b) はその部分的な等価回路を示す回路図である。なお、上記第 6 の実施形態の図 8 に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0146】図 9 (a) に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第 6 の実施形態の図 8 に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、被帯電体 10 が電極 12 を介してゼロ電位に接地されている点が異なる。そして、MIM 型の電子放出素子 42 の電子放出面をなす薄膜電極 20 と被帯電体 10 とに挟まれている空間の抵抗を R とし、この薄膜電極 18 と被帯電体 10 裏面の電極 12 との間に設けられているバイアス電源 28 のバイアス電圧を V_b とし、被帯電体 10 の静電容量及び表面帯電電位をそれぞれ C 及び V_d とすると、図 9 (a) 中の破線枠内の等価回路は図 9 (b) に示されるようになる。

【0147】いま、帯電時間を t とし、図 9 (b) に示す等価回路に基づいて被帯電体 10 の表面帯電電位 V_d を求めると、次の (5) 式で表される。

【数 1】

$$V_d = V_b * \left[1 - e^{-\frac{t}{R * C}} \right] \quad (5)$$

【0148】ところで、この電子放出素子 42 の薄膜電極 20 と被帯電体 10 とに挟まれている空間の抵抗 R は、図 9 (a) に示されるような非接触帯電の場合、この空間のイオン密度を表すものであり、被帯電体 10 の有無に関わらず、電子放出素子 42 から発生する電子密度で略決定される物性値である。また、接触帯電の場合、この抵抗 R は薄膜電極 20 と被帯電体 10 との接触抵抗を表すものである。

【0149】また、図 9 (a) に示す帯電装置から被帯電体を取り外すと、図 10 (a) に示されるようになる。この図 10 (a) 中の破線枠内の等価回路は図 10 (b) に示されるようになる。

【0150】いま、この図 10 (b) に示す等価回路を矢印で表すような電流 I_c が流れるとすると、薄膜電極 20 と被帯電体 10 とに挟まれている空間の抵抗 R は、 $R = V_b / I_c$

となる。これを上記の式 (1) に代入すると次の (6) 式になる。

【数 2】

$$V_d = V_b * \left[1 - e^{-\frac{t * I_c}{V_b * C}} \right] \quad (6)$$

【0151】ところで、この等価回路を流れる電流 I_c は駆動電圧によって制御可能な因子である。そして、この電流 I_c が所定値以上であれば、式 (6) の項

【数 3】

$$e^{-\frac{t * I_c}{V_b * C}}$$

が 0 に近づくため、

$$V_d \approx V_b$$

となる。従って、被帯電体 10 の表面帯電電位 V_d がバイアス電源 28 のバイアス電圧 V_b によって制御可能となる。但し、電流 I_c が所定値に満たない場合には、 $V_d < V_b$

となるため、バイアス電源 28 のバイアス電圧 V_b による被帯電体 10 の表面帯電電位 V_d の制御機能は発現されない。

【0152】同様に、帯電時間 t が長くなる程、また V_b の設定が低いほど、

$$V_d \approx V_b$$

となるため、被帯電体 10 の表面帯電電位 V_d がバイアス電源 28 のバイアス電圧 V_b によって制御可能とな

る。

【0153】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、電子放出素子42の薄膜電極18と被帯電体10裏面の電極12との間にバイアス電源28を設け、被帯電体10を電極12を介してゼロ電位に接地することにより、バイアス電源28のバイアス電圧Vbによって被帯電体10の表面帯電電位Vdを制御することが可能になる。例えば薄膜電極18と電極12との間に印加するバイアス電圧Vbを所望の値に設定して、被帯電体10の表面帯電電位Vdをこのバイアス電圧Vbに相当する所望の値に制御することができる。

【0154】(第8の実施形態)図11は本発明の第7の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。なお、上記第7の実施形態の図9(a)に示す電子写真装置の帯電装置と同一の構成要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【0155】図11に示されるように、本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置は、上記第7の実施形態の図9(a)に示す電子写真装置の帯電装置と略同一の構成をしているが、図9(a)における被帯電体10が平板状であるのに対して、ここではドラム状の被帯電体10aが用いている点異なる。また、このドラム状の被帯電体10a近傍には、除電ランプ44が配置されている。

【0156】一般に、ドラム状の被帯電体を用いて接触帯電する場合、そのドラム状の被帯電体と電子放出素子との間に微少なギャップが生じるため、その部位で放電が発生し、オゾンやNO₂等の放電生成物が発生する恐れがあるが、ここでは、ドラム状の被帯電体10aへの帯電が、MIM型の電子放出素子42と非接触の状態で行われるため、そのような放電生成物の発生のはない。

【0157】以上のように本実施形態に係る電子写真装置の帯電装置によれば、上記第7の実施形態の平板状の被帯電体10の代わりに、ドラム状の被帯電体10aを用いても、同様に接触帯電を行うことにより、放電生成物の発生のはなく、上記第7の実施形態の場合と同様の効果を奏することができる。

【0158】なお、上記の第1～第8の実施形態においては、第1～第5の実施形態がMIS型の電子放出素子14、15、30を用いる場合について、第6～第8の実施形態がMIM型の電子放出素子42を用いる場合について述べているが、第2～第5の実施形態のMIS型の電子放出素子15、30の代わりにMIM型の電子放出素子を用いることも可能であり、第7～第8の実施形態のMIM型の電子放出素子42の代わりにMIS型の電子放出素子を用いることも可能である。

【0159】また、第1の実施形態のMIS型の電子放出素子42においては、薄膜電極20、薄膜絶縁体層18、及び半導体材料層16が基板電極22上に積層され

た構造をなしているが、この基板電極22の代わりに、図12(a)に示されるように、絶縁性基板23a上に電極23bが形成されたものを用いてもよい。この場合、絶縁性基板23a上の電極23bが半導体材料層16に接触しており、この電極23bに直流駆動電源26が接続されることになる。このことは、第2～第5の実施形態のMIS型の電子放出素子15、30についても同様である。

【0160】また、第6の実施形態のMIM型の電子放出素子42においては、薄膜電極20、薄膜絶縁体層18、及び基板電極22が積層された構造をなしているが、この基板電極22の代わりに、図12(b)に示されるように、絶縁性基板23a上に電極23bが形成されたものを用いてもよい。この場合、絶縁性基板23a上の電極23bが薄膜絶縁体層18に接触しており、この電極23bに直流駆動電源26が接続されることになる。

【0161】また、第1～第7の実施形態においては、電極12上に被帯電体10が設けられた構造となっているが、この被帯電体10の裏面に設けられている電極12の代わりに、図示は省略するが、絶縁性基板上に電極が形成されたものを用い、この絶縁性基板上の電極が被帯電体10に接触するようにしてもよい。

【0162】

【実施例】本発明者は上記第1～第5の実施形態に基づき、種々の条件における実験を行った。以下に、その実験内容と結果を実施例及び比較例として述べる。

【0163】(実施例1)上記図1に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体10の帯電を行った。即ち、MISダイオード構造の電子放出素子14のエネルギーバンドギャップEgとして、

1-①: Eg=1.25 eVの場合

1-②: Eg=1.30 eVの場合

1-③: Eg=1.52 eVの場合

1-④: Eg=3.2 eVの場合

1-⑤: Eg=3.6 eVの場合

1-⑥: Eg=3.9 eVの場合

の6つの場合について、被帯電体10の帯電電位の測定及び帯電装置周辺におけるNO_xの測定を行った。

【0164】但し、このとき、被帯電体10としては可視光～赤外領域に感度を有しているリコー製プリンタ用感光体を用いた。また、電子放出素子14の薄膜絶縁体層18としてはSiO₂層を用い、薄膜電極20としては厚さ約15nmのAu薄膜電極を用い、基板電極22としては石英ガラス基板上に成膜したITO電極を用いた。以上の結果は、後に示す表1にまとめて記載する。

【0165】なお、この表1において、被帯電体10の帯電電位は、1-①のEg=1.25 eVの場合を1.00とし、これを基準として、1-②～1-⑥の場合の

被帯電体 10 の帯電電位をその相対値として表記している。

【0166】（実施例 2）上記図 1 及び図 2 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、MIS ダイオード構造の電子放出素子の半導体材料層の電子放出側表面における微細加工の有無について、

2-①：図 1 の帯電装置の電子放出素子 14 の半導体材料層として、その電子放出側表面に何らの微細加工も行わない半導体材料層 16 を用いる場合

2-②：図 2 の帯電装置の電子放出素子 15 の半導体材料層として、その電子放出側表面に規則的に開孔された微細な孔 24 と共にこの微細な孔 24 から電子放出側表面に略平行に延びる複数の枝 25 が形成されている多孔質性の半導体材料層 17 を用い、この多孔質性の半導体材料層 17 と薄膜電極との間に介在させる薄膜絶縁体層として、多孔質性の半導体材料層 17 表面及び微細な孔 24 内壁を被覆すると共に複数の枝 25 内を充填する薄膜絶縁体層 19 を用いる場合

の 2 つの場合について、被帯電体 10 の帯電電位の測定及び帯電装置周辺における NO_x の測定を行った。

【0167】但し、このとき、被帯電体 10 としては可視光～赤外領域に感度を有しているリコー製プリンタ用感光体を用いた。また、電子放出素子 14 の半導体材料層 16 及び電子放出素子 15 の多孔質性の半導体材料層 17 としてはそれぞれエネルギーバンドギャップ $E_g = 1.25 \text{ eV}$ のものを用い、薄膜絶縁体層 18 及び薄膜絶縁体層 19 としては SiO_2 層を用い、薄膜電極 20 及び薄膜電極 21 としては厚さ約 15 nm の Au 薄膜電極を用い、基板電極 22 としては石英ガラス基板上に成膜した ITO 電極を用いた。以上の結果は、後に示す表 1 にまとめて記載する。

【0168】なお、この表 1 において、被帯電体 10 の帯電電位は、2-①の図 1 の帯電装置の電子放出側表面に何らの微細加工も行わない半導体材料層 16 を用いる場合を 1.00 とし、これを基準として、2-②の場合の被帯電体 10 の帯電電位をその相対値として表記している。

【0169】（実施例 3）上記図 4 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、電子放出素子 30 の薄膜電極 20 と基板電極 22 との間に所定の電圧を印加する際の条件について、

3-①：交流駆動電源 32 を用いて正弦波の波形をもつ周期 1 kHz の交流電圧を印加する場合

3-②：交流駆動電源 32 の代わりに、直流駆動電源を用いて、基板電極 22 側がマイナスになる直流電圧を印加する場合

の 2 つの場合について、被帯電体 10 の帯電電位の測定及び帯電装置周辺における NO_x の測定を行った。

【0170】但し、このとき、被帯電体 10 としては可視光～赤外領域に感度を有しているリコー製プリンタ用感光体を用いた。また、電子放出素子 30 の半導体材料層 16 としてはエネルギーバンドギャップ $E_g = 1.25 \text{ eV}$ のものを用い、第 1 の薄膜絶縁体層 18a としては厚さ 200 nm の Ta_2O_5 層を用い、第 2 の薄膜絶縁体層 18b としては厚さ 50 nm の Ta_2O_5 層を用い、薄膜電極 20 としては厚さ約 15 nm の Al 薄膜電極を用い、基板電極 22 としてはタングステン板を用いた。以上の結果は、後に示す表 1 にまとめて記載する。

【0171】なお、この表 1 において、被帯電体 10 の帯電電位は、3-①の交流駆動電源 32 を用いて正弦波の波形をもつ周期 1 kHz の交流電圧を印加する場合を 1.00 とし、これを基準として、3-②の場合の被帯電体 10 の帯電電位をその相対値として表記している。

【0172】（実施例 4）上記図 4 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、電子放出素子 30 から被帯電体 10 に向かって放出される電子の運動エネルギーについて、

4-①：3.8 eV の場合

4-②：5.0 eV の場合

4-③：7.3 eV の場合

の 3 つの場合について、帯電装置周辺における NO_x の測定を行った。

【0173】但し、このとき、被帯電体 10 としては可視光～赤外領域に感度を有しているリコー製プリンタ用感光体を用いた。また、電子放出素子 30 の半導体材料層 16 としてはエネルギーバンドギャップ $E_g = 1.25 \text{ eV}$ のものを用い、第 1 の薄膜絶縁体層 18a としては厚さ 200 nm の Ta_2O_5 層を用い、第 2 の薄膜絶縁体層 18b としては厚さ 50 nm の Ta_2O_5 層を用い、薄膜電極 20 としては厚さ約 15 nm の Au 薄膜電極を用い、基板電極 22 としてはタングステン板を用いた。以上の結果は、後に示す表 1 にまとめて記載する。

【0174】（比較例 1）図 13 に示されるように、従来のコロナワイヤ帯電装置においては、コロナワイヤ 50 が直流駆動電源 52 によって所定の電圧を印加されるようになっていると共に、接地されたシールド電極 54 によってシールドされている。また、このコロナワイヤ 50 は、シールド電極 54 の開口部を介して電極 56 上の被帯電体 58 に対向している。

【0175】このような従来のコロナワイヤ帯電装置を用い、一定の線速条件下で被帯電体 58 の帯電を行い、その際の帯電装置周辺における NO_x の測定を行った。但し、被帯電体 58 としてはリコー製プリンタ用感光体を用い、その帯電電位は上記実施例 1 の 1-①の場合と同等とした。以上の結果は、次に示す表 1 にまとめて記載する。

【0176】

【表 1】

		帯電電位	NOx 濃度
1-①	実施例 1	1.00	検出されず
1-②		0.96	検出されず
1-③		0.51	検出されず
1-④		0.63	検出されず
1-⑤		0.90	検出されず
2-①	実施例 2	1.00	検出されず
2-②		9.88	検出されず
3-①	実施例 3	1.00	検出されず
3-②		0.69	検出されず
4-①	実施例 4	—	検出されず
4-②		—	検出されず
4-③		—	検出されず
	比較例 1	1-①と同等	0.88ppm

— ; 測定せず

【0177】（実施例 5）上記図 1 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80mm/sec の速度で移動させた。そして、被帯電体 10 の表面電位を -790 ~ -810V、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 18V、電子放出素子 14 から被帯電体 10 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 8eV として被帯電体 10 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NOx の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 2 に記載する。

【0178】（比較例 2）図 13 に示される従来のコロナワイヤ帯電装置を用い、そのコロナワイヤ 50 から被帯電体 58 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 30eV 以上として被帯電体 58 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NOx の測定を行った。なお、その他の条件は上記実施例 5 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 2 に記載する。

【0179】

【表 2】

	オゾン (ppm)	NOx (ppm)
第 5 の実施例	検出限界以下	検出限界以下
比較例 2	2.8	0.35

【0180】（実施例 6）上記図 2 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、電子放出素子 15 の半導体材料層 17 として、Si 層を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を

用い、この被帯電体 10 を 50mm/sec の速度で移動させた。そして、被帯電体 10 の表面電位を -590 ~ -600V、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 16V、電子放出素子 15 から被帯電体 10 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 8eV として被帯電体 10 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NOx の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 3 に記載する。

【0181】（比較例 3）図 13 に示される従来のコロナワイヤ帯電装置を用い、そのコロナワイヤ 50 から被帯電体 58 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 30eV 以上として被帯電体 58 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NOx の測定を行った。なお、その他の条件は上記実施例 6 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 3 に記載する。

【0182】

【表 3】

	オゾン (ppm)	NOx (ppm)
第 6 の実施例	検出限界以下	検出限界以下
比較例 3	2.8	0.35

【0183】（実施例 7）上記図 8 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、MIM 型の電子放出素子 42 の基板電極 22 として、Al 基板電極を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80mm/sec の速度で移動させた。そして、被帯電体 10 の表面電位を -790 ~ -810V、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 18V、電子放出素子 42 から被帯電体 10 に向か

って放出される放出電子の運動エネルギーを 8 eV として被帯電体 10 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NO_x の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 4 に記載する。

【0184】(比較例 4) 図 13 に示される従来のコロナワイヤ帯電装置を用い、そのコロナワイヤ 50 から被帯電体 58 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 30 eV 以上として被帯電体 58 を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及び NO_x の測定を行った。なお、その他の条件は上記実施例 7 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 4 に記載する。

【0185】

【表 4】

	オゾン (ppm)	NO_x (ppm)
第 7 の実施例	検出限界以下	検出限界以下
比較例 4	2.8	0.35

【0186】(実施例 8) 上記図 9 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、MIM 型の電子放出素子 42 の基板電極 22 として、A1 基板電極を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80 mm/sec の速度で移動させた。そして、バイアス電源 28 のバイアス電圧を 500 V 、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 18 V として被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 5 に記載する。

【0187】(比較例 5) 図 14 に示されるように、上記図 9 に示される被帯電体 10 が電極 12 を介してゼロ電位に接地されている代わりに、MIM 型の電子放出素子 42 の薄膜電極 20 がゼロ電位に接地されている帯電装置を用いて、被帯電体 10 の帯電を行った。なお、その他の条件は上記実施例 8 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 5 に記載する。

【0188】

【表 5】

	表面電位 (V)
第 8 の実施例	-500
比較例 5	-290~-310

【0189】(実施例 9) 上記図 9 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った後、更に劣化試験を行った。即ち、MIM 型の電子放出素子 42 の薄膜電極 20 として、薄膜絶縁体膜 18 全面を覆っている厚さ 20 mm の Pt 薄膜電極を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80 mm/sec の速度で移動させた。そして、バイアス電源 28 のバイアス電圧を 500 V 、直流駆動

電源 26 の駆動電圧を 18 V として被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。

【0190】その後、リコー社製のマイペーパー NBS を粉砕し、粉末としたものを電子放出素子 14 の電子放出面に均一に散布し、更に気温 22°C 、湿度 70% の環境下において 24 時間放置した。そして、この劣化試験の後、電子放出素子 14 の電子放出面上の散布物を除去し、再び上記と同一の条件において被帯電体 10 の帯電を行い、その被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 6 に記載する。

【0191】(比較例 6) 図 15 に示されるように、上記図 9 の薄膜電極 20 として薄膜絶縁体膜 18 全面を覆っている Pt 薄膜電極の代わりに、この Pt 薄膜電極をライン幅 0.5 mm 、ラインの間隔 0.5 mm のラインアンドスペースにパターンニングとした短冊状の薄膜電極 46 が形成されている、即ち短冊状の薄膜電極 46 は薄膜絶縁体膜 18 を部分的にしか覆っておらず、そのスペース部においては薄膜絶縁体膜 18 が露出している帯電装置を用いて、上記実施例 9 の場合と同様の劣化試験の前後における被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。なお、その他の条件は上記実施例 9 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 6 に記載する。

【0192】

【表 6】

	表面電位 (V)	
	劣化前	劣化後
第 9 の実施例	-500	-500
比較例 6	-500	-420

【0193】(実施例 10) 上記図 2 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った。即ち、電子放出素子 15 の多孔質性の半導体材料層 17 として、SiC 層を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 50 mm/sec の速度で移動させた。そして、被帯電体 10 の表面電位を $-590\sim-600\text{ V}$ 、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 16 V 、電子放出素子 15 から被帯電体 10 に向かって放出される放出電子の運動エネルギーを 8 eV として被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 7 に記載する。

【0194】(比較例 7) 上記実施例 10 の場合の電子放出素子 15 の多孔質性の半導体材料層 17 として用いた SiC 層の代わりに、Ge 層を半導体材料層として用いた場合における被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。なお、その他の条件は実施例 10 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 7 に記載する。

【0195】

【表 7】

表面電位 (V)	
第 10 の実施例	比較例 7
-850~-890	-50~-80

【0196】（実施例 11）上記図 9 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行い、更に電子放出素子 14 の薄膜電極 20 の耐久試験を行った。即ち、MIM 型の電子放出素子 42 の薄膜電極 20 として、薄膜絶縁体膜 18 全面を覆っている厚さ 20nm の PtIr 薄膜電極を用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80mm/sec の速度で移動させた。そして、バイアス電源 28 のバイアス電圧を 500V、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 18V として被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。

【0197】その後、再び同一条件において直流駆動電源 26 を 24 時間連続して駆動し、被帯電体 10 への連続帯電を行った後、被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行い、初期の帯電した表面電位と 24 時間連続駆動後の帯電した表面電位とを比較した。以上の結果は、後に示す表 8 に記載する。

【0198】（比較例 8）上記実施例 11 の場合の電子放出素子 15 の薄膜電極 20 として用いた PtIr 薄膜電極の代わりに、Al 薄膜電極を薄膜電極として用いた場合における被帯電体 10 の初期の帯電した表面電位と 24 時間連続駆動後の帯電した表面電位の測定を行った。なお、その他の条件は実施例 11 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 8 に記載する。

【0199】

【表 8】

	表面電位 (V)	
	初期	24 時間後
第 11 の実施例	-500	-500
比較例 8	-500	-360

*

	薄膜電極膜厚 (nm)	表面電位 (V)	
		劣化前	劣化後
第 12 の実施例	30	-500	-500
	20	-500	-500
比較例 9	10	-500	-390

【0204】（実施例 13）上記図 4 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行い、更に電子放出素子 30 の耐久試験を行った。即ち、電子放出素子 30 の基板電極 22 として、抵抗率 0.01~0.02Ω・cm の Si ウェーハを用い、半導体材料層 16 として、多結晶 Si 層を用い、第 1 の薄膜絶縁体層 18a として、膜厚 30nm の Ta₂O₅ 層を用い、第 2 の薄膜絶縁体層 18b として、膜厚 200nm の Ta₂O₅ 層を用い、薄膜電極 20 として、厚さ約 20nm の Pt 電極を用い、被帯電体 10 として、リコー製プリンタ用感光体を用いた。そして、交流駆動電源 32 から 1kHz の正弦波を供給して被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。

*【0200】（実施例 12）上記図 9 に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体 10 の帯電を行った後、更に劣化試験を行った。即ち、MIM 型の電子放出素子 42 の薄膜電極 20 として、薄膜絶縁体膜 18 全面を覆っている厚さ 30nm の Pt 薄膜電極と厚さ 20nm の Pt 薄膜電極をそれぞれに用い、被帯電体 10 として、リコー社製の IMAGIO (MF530 用感光体を使用) を用い、この被帯電体 10 を 80mm/sec の速度で移動させた。そして、バイアス電源 28 のバイアス電圧を 500V、直流駆動電源 26 の駆動電圧を 18V として被帯電体 10 を帯電し、そのときの被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。

【0201】その後、リコー社製のマイベーパー NBS を粉砕し、粉末としたものを電子放出素子 14 の電子放出面に均一に散布し、更に気温 22℃、湿度 70% の環境下において 24 時間放置した。そして、この劣化試験の後、電子放出素子 14 の電子放出面上の散布物を除去し、再び上記と同一の条件において被帯電体 10 の帯電を行い、その被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。以上の結果は、後に示す表 9 に記載する。

【0202】（比較例 9）上記実施例 9 の場合の薄膜電極 20 として薄膜絶縁体膜 18 全面を覆っている厚さ 30nm 又は厚さ 20nm の Pt 薄膜電極の代わりに、厚さ 10nm の Pt 薄膜電極が形成されている帯電装置を用いて、実施例 9 の場合と同様の劣化試験の前後における被帯電体 10 の帯電した表面電位の測定を行った。なお、その他の条件は実施例 9 の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表 9 に記載する。

【0203】

【表 9】

【0205】その後、再び同一条件において48時間連続して駆動し、被帯電体10への連続帯電を行った後、被帯電体10の帯電した表面電位の測定を行い、初期の帯電した表面電位と48時間連続駆動後の帯電した表面電位とを比較した。以上の結果は、後に示す表10に記載する。

【0206】（比較例10）上記図2に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件において被帯電体10の帯電を行い、更に電子放出素子15の耐久試験を行った。即ち、電子放出素子15の多孔質性の半導体材料層17として、Si層を用い、薄膜電極21として、厚さ約20nmのPt電極を用い、被帯電体10として、リコー製プリンタ用感光体を用いた。そして、被帯電体10を帯電し、そのときの被帯電体10の帯電した表面電位の測定を行った。

【0207】その後、再び同一条件において48時間連続して駆動し、被帯電体10への連続帯電を行った後、被帯電体10の帯電した表面電位の測定を行い、初期の帯電した表面電位と48時間連続駆動後の帯電した表面電位とを比較した。以上の結果は、次に示す表10に記載する。

【0208】

【表10】

	表面電位 (V)	
	初期	48 時間後
第13の実施例	-800	-800
比較例10	-800	-660

10

20

*

	オゾン (ppm)	NOx (ppm)
第14の実施例	検出限界以下	検出限界以下
比較例11	0.01	0.003

【0212】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る帯電装置及びそれを用いた電子写真装置によれば、以下のような効果を奏することができる。即ち、請求項1に係る帯電装置によれば、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることにより、被帯電体が光導電性を有するものである場合に、この被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することを防止することが可能になるため、所望の帯電電位を得ることができ、良好な帯電能を実現することができる。

【0213】また、請求項2に係る帯電装置によれば、電子放出素子から被帯電体に向かって放出される電子の運動エネルギーが24.3eV未満であることにより、基底状態の窒素分子の解離エネルギー24.3eVよりも小さくなることから、放出電子が直接被帯電体に到達したり、放出電子によって生成された負イオン等の荷電粒子が被帯電体に到達したりする際に、NOx等の放

50

*【0209】（実施例14）上記図11に示す電子写真装置の帯電装置を用い、以下の条件においてリング状の被帯電体10aの帯電を行った。即ち、リング状の被帯電体10aとして、リコー社製のIMAGIO（MF530用感光体を使用）を用い、このリング状の被帯電体10aを80mm/secの速度で回転させた。そして、バイアス電源28のバイアス電圧を800V、直流駆動電源26の駆動電圧を18Vとして被帯電体10を帯電し、そのときの帯電装置周辺におけるオゾン及びNOxの測定を行った。以上の結果は、後に示す表11に記載する。

【0210】（比較例11）図16に示されるように、上記図11に示される薄膜電極20、薄膜絶縁体層18、及び基板電極22が板状に積層されているMIM型の電子放出素子42の代わりに、円柱状の基板電極70の周囲に薄膜絶縁体層72及び薄膜電極74が同心円状に順に積層されているMIM型の電子放出素子76を有し、その薄膜電極74がリング状の被帯電体10aに接触している接触式の帯電装置を用いて、リング状の被帯電体10aの帯電を行った。なお、その他の条件は上記実施例14の場合と同様とした。以上の結果は、次に示す表11に記載する。

【0211】

【表11】

電生成物の発生を低減することができる。

【0214】また、請求項3に係る帯電装置によれば、電子放出素子の電子放出側に3次元的な微細加工が施されていることにより、即ち半導体材料層中の電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルして薄膜電極に注入されるような構造が形成されていることにより、半導体材料層中の電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルする際に複数回に渡って加速されることから、良好な電子放出特性を得ることが可能になるため、良好な帯電能の実現に寄与することができる。

【0215】また、請求項4に係る帯電装置によれば、上記の請求項3に係る帯電装置において、電子放出素子の電子放出側に施されている3次元的な微細加工部が電子放出面に規則的に配置されていることにより、安定した電子放出特性を得ることが可能になるため、被帯電体を帯電する際に、帯電ムラのない均一な表面電位を実現することができる。

【0216】また、請求項5に係る帯電装置によれば、

上記の請求項 1 及び請求項 2 に係る帯電装置の構成用件を共に有していることにより、上記の請求項 1 及び請求項 2 による効果が同時に発揮されるため、良好な帯電能を実現することができると共に、 NO_x 等の放電生成物の発生を低減することができる。

【0217】また、請求項 6 に係る帯電装置によれば、電子放出素子に 3.60 eV 以上又は 1.30 eV 以下のエネルギーバンドギャップを有する半導体が用いられていることにより、被帯電体として一般的な電子写真用感光体を用いる場合に、その感度領域である 400 nm から 900 nm 前後までの波長の光が電子放出素子から発光されて電子写真用感光体を照射することを規制することができるため、この被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することを防止して、所望の帯電電位を得ることが可能になり、良好な帯電能を実現することができる。

【0218】また、請求項 7 に係る帯電装置によれば、電子放出素子に印加される電圧が交流電圧又はパルス電圧であることにより、直流電圧を印加する場合と異なり、電子放出素子から放出する電子の 1 個当たりの運動エネルギーと電子総放出数とをそれぞれ独立に制御することが容易に可能になるため、放電生成物の低減と良好な帯電能とを両立することができる。

【0219】また、請求項 8 に係る帯電装置によれば、電子放出素子と被帯電体との間にグリッドが設けられていることにより、グリッドに印加する電圧値を制御して、電子放出素子から放出する電子の 1 個当たりの運動エネルギーをその電子総放出数とは独立に制御することが容易に可能になるため、放電生成物の低減と良好な帯電能とを両立することができる。

【0220】また、請求項 9 に係る電子写真装置によれば、上記の請求項 1～8 に係る帯電装置を用いていることにより、こうした帯電装置によって良好な帯電能を実現することが可能になり、 NO_x 等の放電生成物の発生を低減することが可能になるため、良好な画像を得ることができると共に、放電生成物の少ない電子写真装置を実現することができる。

【0221】また、請求項 9 に係る電子写真装置によれば、MIS 型の電子放出素子を用い、この MIS 型の電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満であることにより、高圧電源を必要とせず、またこうした帯電装置によって良好な帯電能が実現され、オゾンや NO_x の放電生成物の発生が皆無になることから、良好な画像が得られ、放電生成物の少ない電子写真装置を実現することができる。

【0222】また、請求項 10 に係る電子写真装置によれば、MIM 型の電子放出素子を用い、この MIM 型の電子放出素子の帯電時における放出電子の運動エネルギーが 24.3 eV 未満であることにより、高圧電源を必要とせず、またこうした帯電装置によって良好な帯電能

が実現され、オゾンや NO_x の放電生成物の発生が皆無になることから、良好な画像が得られ、放電生成物の少ない電子写真装置を実現することができる。

【0223】また、請求項 11 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9 又は 10 に係る電子写真装置において、その帯電装置の電子放出素子の電子放出側に 3 次元的な微細加工が施されていることにより、このような 3 次元的な微細加工が何ら施されていない場合と比較すると、電子が複数段の薄膜絶縁体層をトンネルする際に複数回に渡って加速されることから、良好な電子放出特性が得られるため、良好な帯電能の実現に寄与することができる。

【0224】また、請求項 12 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9 又は 10 に係る電子写真装置において、被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されていることにより、光導電性を有する被帯電体に対して、この被帯電体の帯電した表面電位が電子放出素子からの発光によって減衰することが防止されるため、所望の帯電電位が得られ、良好な帯電能を実現することができる。

【0225】また、請求項 13 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～12 のいずれかに係る電子写真装置において、被帯電体がゼロ電位の導電性支持体上に形成されている一方、この導電性支持体と電子放出素子の薄膜電極との間に、被帯電体の帯電電位に相当するバイアス電圧が印加されていることにより、被帯電体の帯電電位がバイアス電圧によって制御されることになるため、被帯電体の表面電位が所望の電位に安定的に保持され、安定した帯電能を実現することができる。

【0226】また、請求項 14 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～13 のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の薄膜電極が絶縁体層の全面を覆っていることにより、電子放出に寄与することができる絶縁体層が保護されるため、電子放出素子の駆動安定性を向上することができる。

【0227】また、請求項 15 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9 に係る電子写真装置において、電子放出素子の半導体層の材料として、C 及び Si の単体、並びに C、Si、及び Ge の化合物のいずれかを使用することにより、良好な電子放出特性を得ることができる。

【0228】また、請求項 16 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～15 のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子の薄膜電極の材料として、Au、Pt、Ir、Rh 及び Ru の単体、これらの単体の合金、並びにこれらの単体及び合金の酸化物のいずれかを使用することにより、電子放出素子の安定した電子放出特性を保つことができる。

【0229】また、請求項 17 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～16 のいずれかに係る電子写真装

置において、電子放出素子の薄膜電極の膜厚を 20 nm 以上 40 nm 以下にすることにより、電子放出素子の耐久性を向上させることと良好な電子放出特性を維持することとを両立することができる。

【0230】また、請求項 18 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～17 のいずれかに係る電子写真装置において、帯電装置の電子放出素子の駆動電圧が交流電圧又はパルス電圧であることにより、駆動電圧に直流電圧を用いる場合と異なり、電子放出素子から放出する電子の 1 個当たりの運動エネルギーと電子総放出数とをそれぞれ独立に制御することが可能になるため、帯電装置における放電生成物の低減と良好な帯電能とを両立することができる。

【0231】また、請求項 19 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～18 のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子と被帯電体とが非接触の状態で被帯電体への帯電を行うことにより、放電を全く起こすことなく帯電することが可能となるため、放電生成物であるオゾンや NO_x の発生を皆無とすることができる。

【0232】また、請求項 20 に係る電子写真装置によれば、上記請求項 9～19 のいずれかに係る電子写真装置において、電子放出素子が導電性支持体上に形成されていることにより、電子写真装置内に電子放出素子を固定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 3】図 2 に示される帯電装置の動作、特に電子放出素子における電子の動きを説明するための概略図である。

【図 4】本発明の第 3 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 5】図 4 に示される帯電装置の電子放出素子の動作を説明するための概略断面図である。

【図 6】本発明の第 4 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 7】本発明の第 5 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 8】本発明の第 6 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 9】(a) は本発明の第 7 の実施形態に係る電子写真装置の帯電装置を示す概略断面図であり、(b) はその部分的な等価回路を示す回路図である。

【図 10】(a) は図 9 (a) に示す帯電装置から被帯電体を取り外した場合を示す概略断面図であり、(b) は (a) の部分的な等価回路を示す回路図である。

【図 11】本発明の第 8 の実施形態に係る電子写真装置

の帯電装置を示す概略断面図である。

【図 12】(a) は図 1 に示す M I S 型の電子放出素子の変形例を示す概略断面図であり、(b) は図 8 に示す M I M 型の電子放出素子の変形例を示す概略断面図である。

【図 13】比較例 1～4 に係るコロナワイヤ帯電装置を用いて被帯電体を帯電する様子を示す概略断面図である。

【図 14】比較例 5 に係る帯電装置を示す概略断面図である。

【図 15】比較例 6 に係る帯電装置の電子放出素子の薄膜電極を示す概略断面図である。

【図 16】比較例 11 に係る帯電装置を示す概略断面図である。

【図 17】被帯電体の光感度領域の光が電子放出素子から発光されて被帯電体を照射することが規制されているという定義を説明するための概略断面図である。

【図 18】半導体を用いる電子放出素子の構造及びその動作を説明するための概略図である。

【図 19】電子放出素子の半導体材料層の電子放出側表面に 3 次元的な微細加工を施した場合を示す概略断面図である。

【図 20】ドラム形状の被帯電体と電子放出素子の間に微小なギャップが生じる様子を示す概略断面図である。

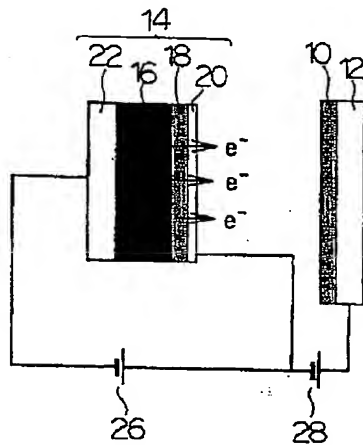
【符号の説明】

- 10 被帯電体
- 10a ドラム状の被帯電体
- 12 電極
- 14、15 電子放出素子
- 16 半導体材料層
- 17 多孔質性の半導体材料層
- 18、19 薄膜絶縁体層
- 18a 第 1 の薄膜絶縁体層
- 18b 第 2 の薄膜絶縁体層
- 20、21 薄膜電極
- 22 基板電極
- 23a 絶縁性基板
- 23b 電極
- 24 微細な孔
- 25 枝
- 26 直流駆動電源
- 28 バイアス電源
- 30 電子放出素子
- 32 交流駆動電源
- 34 グリッド
- 36 電子エネルギー調整用の直流駆動電源
- 38 グリッド
- 40 電子エネルギー調整用の交流駆動電源
- 42 電子放出素子
- 44 除電ランプ

- 46 短冊状の薄膜電極
- 50 コロナワイヤ
- 52 直流駆動電源
- 54 シールド電極
- 56 電源
- 58 被帯電体
- 60 被帯電体
- 62 コロナワイヤ帯電装置
- 64 請求項1に係る帯電装置

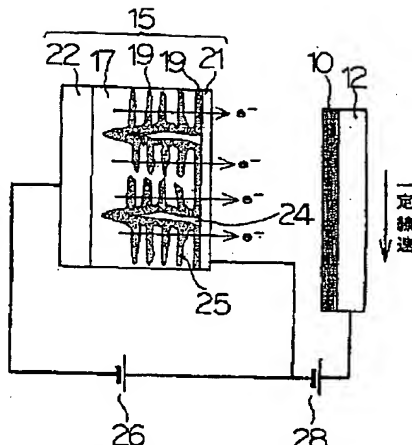
- 66 遮蔽板
- 70 基板電極
- 72 薄膜絶縁体層
- 74 薄膜電極
- 76 電子放出素子
- ϕ 薄膜電極の仕事関数
- e^- 電子
- A 表面電位計
- B 表面電位計

【図1】



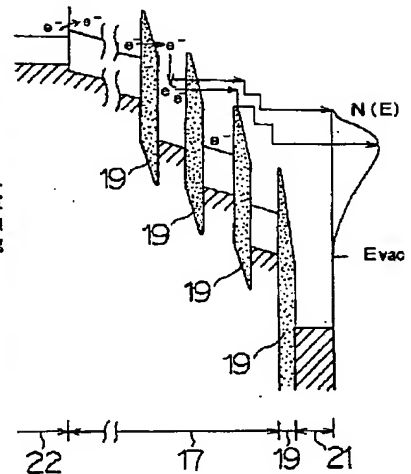
- 10 被帯電体
- 12 電極
- 14 電子放出素子
- 16 半導体材料層
- 18 薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 26 直流駆動電源
- 28 バイアス電源
- e^- 電子

【図2】



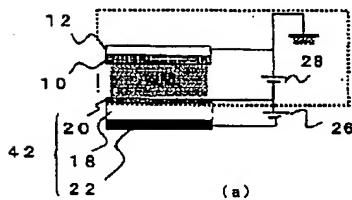
- 10 被帯電体
- 12 電極
- 15 電子放出素子
- 17 多孔質性の半導体材料層
- 19 薄膜絶縁体層
- 21 薄膜電極
- 22 基板電極
- 24 微細な孔
- 25 柱
- 26 直流駆動電源
- 28 バイアス電源
- e^- 電子

【図3】



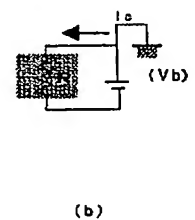
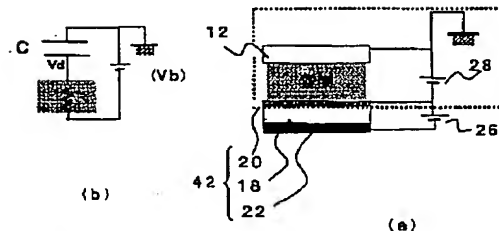
- 17 多孔質性の半導体材料層
- 19 薄膜絶縁体層
- 21 薄膜電極
- 22 基板電極
- e^- 電子

【図9】

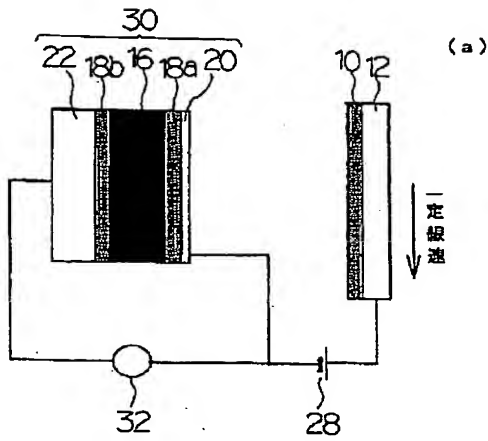


- 10 被帯電体
- 12 電極
- 18 薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 26 直流駆動電源
- 28 バイアス電源
- 42 電子放出素子

【図10】

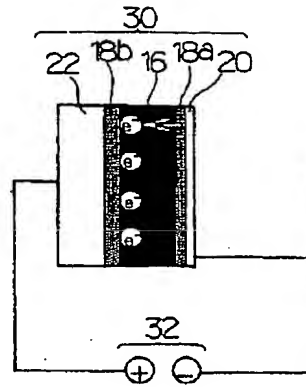


【図 4】

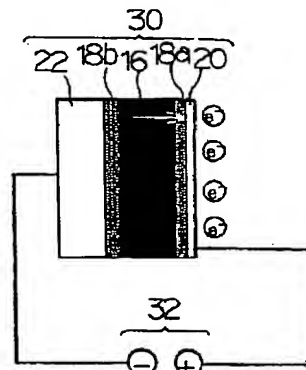


- 10 被帯電体
- 12 電極
- 16 半導体材料層
- 18a 第1の薄膜絶縁体層
- 18b 第2の薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 28 バイアス電源
- 30 電子放出素子
- 32 交流駆動電源

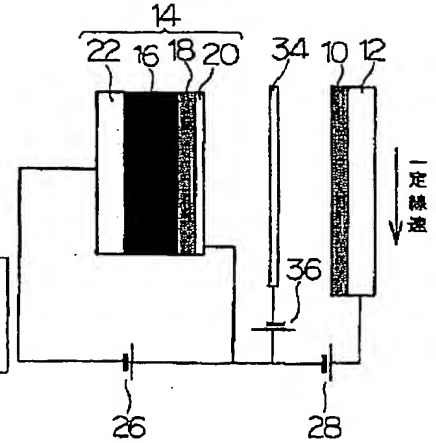
【図 5】



(b)

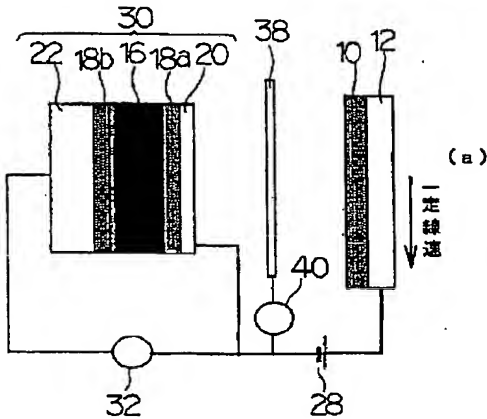


【図 6】



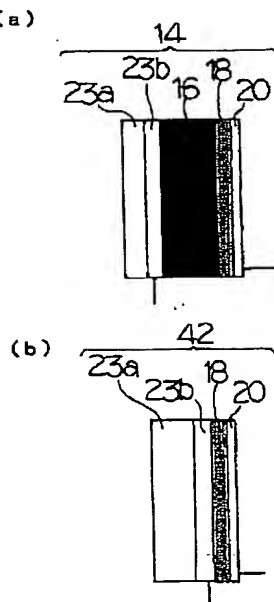
- 10 被帯電体
- 12 電極
- 14 電子放出素子
- 16 半導体材料層
- 18 薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 26 交流駆動電源
- 28 バイアス電源
- 34 グリッド
- 36 電子エネルギー調整用の直流電源

【図 7】

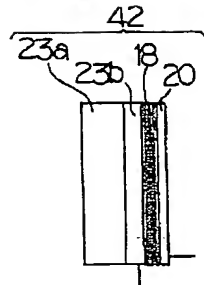


- 10 被帯電体
- 12 電極
- 16 半導体材料層
- 18a 第1の薄膜絶縁体層
- 18b 第2の薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 30 電子放出素子
- 32 交流駆動電源
- 38 グリッド
- 40 電子エネルギー調整用の交流電源

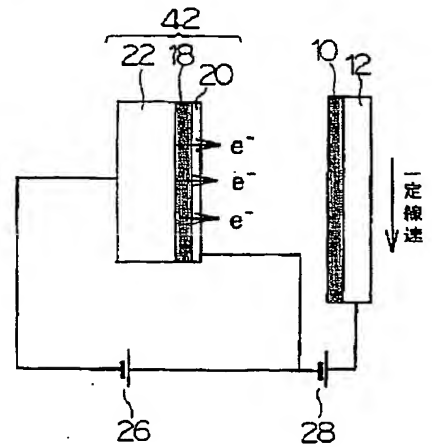
【図 12】



(b)

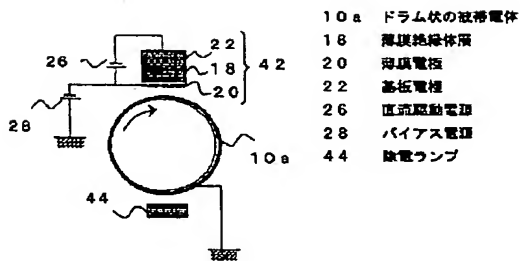


【図 8】

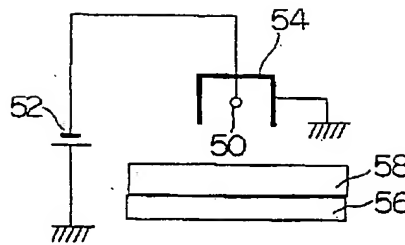


- 10 被帯電体
- 12 電極
- 18 薄膜絶縁体層
- 20 薄膜電極
- 22 基板電極
- 26 交流駆動電源
- 28 バイアス電源
- 42 電子放出素子
- e⁻ 電子

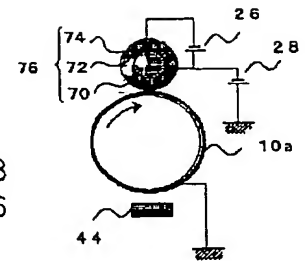
【図 11】



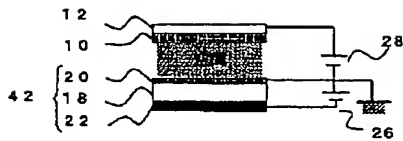
【図 13】



【図 16】

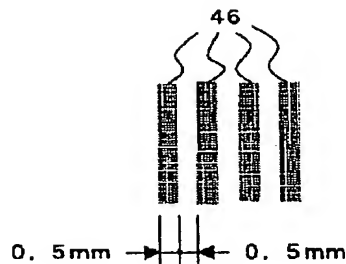


【図 14】

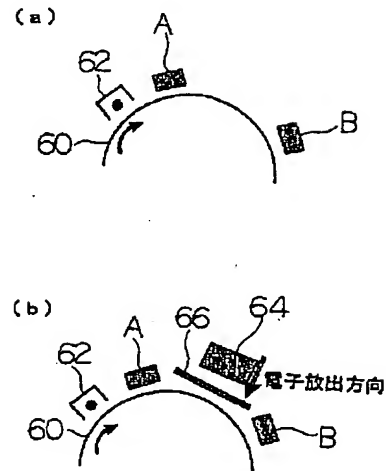


50 コロナワイヤ
52 直流駆動電源
54 シールド電極
56 電極
58 被帯電物

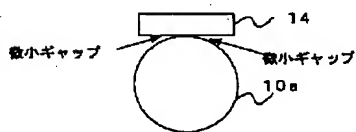
【図 15】



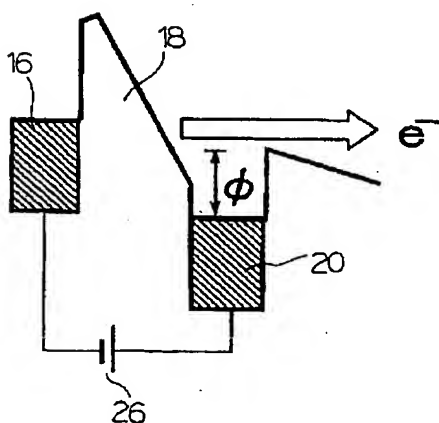
【図 17】



【図 20】



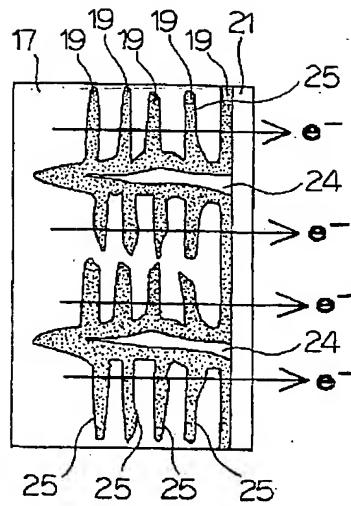
【図 18】



16 半導体材料層
18 薄膜絶縁体層
20 帯電電極
26 直流駆動電源
 ϕ 帯電電極の仕事関数
 e^- 電子

80 被帯電体
62 コロナワイヤ帯電器
64 筒状部 1 に係る帯電装置
66 遮蔽板
A 表面電位計
B 表面電位計

【図19】



- 17 多孔質性の半導体材料層
 19 薄膜絶縁体層
 21 薄膜電極
 24 微細な孔
 25 柱
 e- 電子

フロントページの続き

(72)発明者 田中 正治
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内
 (72)発明者 越田 信義
 東京都小金井市緑町3丁目12-8

Fターム(参考) 2H200 FA07 GA23 GA30 HA03 HA04
 HA29 HA30 HB12 HB43 HB45
 HB46 HB48 MA01 MB02 NA03
 NA04 PA02 PB04